CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION
КОСТЕ РАЦИНА 16б, 11000 БЕОГРАД
САОБРАЋАЈНИ ИНСТИТУТ ЦИП д.о.о.
11000 БЕОГРАД, НЕМАЊИНА 6/IV
тел: 011/3618-134, факс: 011/3618-324,
web site: www.sicip.co.rs

4/1.1.0.1 НАСЛОВНА СТРАНА

4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА – ОПШТА РЕШЕЊА

Инвеститор:	„Инфраструктура Железнице Србије“ а.д. Немањина 6/4, Београд
Наручилац:	Конзорцијум фирми: China Railway International Corporation Ltd. China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
Објекат:	Пруга Београд – Суботица - државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА),** у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци
Врста техничке документације:	**ПГД-** Пројекат за грађевинску дозволу
Назив и ознака дела пројекта:	**4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА**
За грађење / извођење радова:	нова градња
Пројектант:	China Railway Design Corporation Serbia Ogranak Beograd Косте Рацина 16б 11000 Београд, Србија
Одговорно лице пројектанта: Потпис:	Генерални директор: 耿欣 (Генг Ксин) XIN GENG Digitally signed by XIN GENG Date: 2021.08.03 12:33:00 +02'00'
Одговорни пројектант:	МИЛАН В. МУЖДАЛО, дипл.инж.ел. Лиценца број: 351 G09508
Потпис:	Milan Muždalo Digitally signed by Milan Muždalo Date: 2021.08.03 11:30:26 +02'00'
Број дела пројекта:	2020-001-ЕЛЕ-4/1.1.0
Место и датум:	Београд, Април 2021

CeS.TRA

ТЕХНИЧКА КОНТРОЛА ПРОЈЕКТА ЗА ГРАЂЕВИНСКУ ДОЗВОЛУ

4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА

Објекта: Пруга Београд - Суботица - државна граница (Келебија), **ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)**, у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, на катастарским парцелама према списку приложеном у Главној свесци, на основу Закона о планирању и изградњи („Службени гласник РС” бр. 72/09, 81/09 – исправка, 64/10 – одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13 – одлука УС, 50/13 – одлука УС, 98/13 – одлука УС, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 - др. Закон, 9/20 и 52/21) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката (“Службени гласник РС”, бр. 73/2019), извршена је техничка контрола предметне документације, од стране предузећа CESTRA d.o.o. Београд.

ПРОЈЕКАТ СЕ ПРИХВАТА

Вршилац техничке контроле: CESTRA d.o.o,
Макензијева 57, Београд

Број лиценце: 351-02-03374/2020-09 од 18.03.2021.

Одговорно лице/Заступник: Директор:
Драган Милић, дипл.грађ.инж.

Потпис:

Вршилац техничке контроле: Небојша Стојановић, дипл.инж.ел.
Број лиценце: 350 D247 06

Потпис:

Број техничке документације: A10312-61/21

Место и датум: Београд, 2021.

4/1-1.0.2 САДРЖАЈ ПРОЈЕКТА
КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА

4/1.1.0.1	Насловна страна	
4/1.1.0.2	Садржај	
4/1.1.0.3	Решење о одређивању одговорног пројектанта	
4/1.1.0.4	Изјава одговорног пројектанта	
4/1.1.0.5	Текстуална документација	
4/1.1.0.5.1	Технички опис	
4/1.1.0.6	Нумеричка документација	
	1. Предмер и предрачун - рекапитулација	
	2. Прорачун узајамног дејства возног вода и пантографа	
	3. Прорачун основних параметара контактне мреже	
4/1.1.0.7	Графичка документација	
	1.Шема напајања и секционисања - постојеће стање	-
	2.Шема напајања и секционисања - постојеће стање	
	3. Карактеристике попречног профила КМ, отворена пруга, деоница Нови Сад- Суботица - државна граница (постојећи)	
	4. Карактеристике попречног профила КМ, у станици, деоница Нови Сад- Суботица - државна граница (постојећи)	-
	5. Карактеристике попречног профила КМ, отворена пруга, деоница Нови Сад- Суботица - државна граница (ново стање)	-
	6. Карактеристике попречног профила КМ, у станици, деоница Нови Сад- Суботица - државна граница (ново стање)	-
	7. Карактеристике попречног профила КМ, отворена пруга, са надвишењем 150	-
	8. Карактеристике попречног профила КМ, на средини међуколосечног растојања	-
	9. Карактеристике попречног профила КМ, стубови са растављачима	-
	Додатни цртежи	-
	A1. Стубови контактне мреже	
	A2. Ноге портала контактне мреже	
	A3. Пречке портала контактне мреже	

	А3.1 средњи сегмент пречке портала	
	А3.2 бочни сегмент пречке портала	
	А4. Темељ стубова контактне мреже	
	А5. Сидро контактне мреже:	
	А5.1 темељ сидра контактне мреже	
	А5.2 петља сидра са анкерном плочом	
	А6. Темељи ногу портала контактне мреже	

4/1-1.0.3 РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу члана 128, Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10- одлука УС, 24/11, 121/12, 42/13-одлука УС, 50/13-одлука УС, 98/13-одлука УС, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - др.закон и 9/2020) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објеката ("Службени гласник РС", бр. 73/2019) као:

О Д Г О В О Р Н И П Р О Ј Е К Т А Н Т

за израду **4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА** који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач,, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас- АТАР, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град, одређује се:

МИЛАН В. МУЖДАЛО, дипл.инж.ел. _____ 351 G09508

Пројектант:	CHINA RAILWAY DESIGN CORPORATION SERBIA OGRANAK BEOGRAD, Косте Рацина 16б
Одговорно лице/заступник:	Генерални директор: Генг Ксин, дипл.инж.
	Потпис:
Број техничке документације:	2020-001-ЕЛЕ-4/1.1.0
Место и датум:	Београд, Април 2021.

4/1.1.0.4 ИЗЈАВА ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

Одговорни пројектант пројекта **4/1.1.0КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА**, који је део ПГД - Пројекта за грађевинску дозволу за изградњу пруге Београд - Суботица државна граница (Келебија), деоница пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), у Новом Саду, Кисачу, Степановићеву, Змајеву, Врбасу, Ловћенцу, Малом Иђошу, Бачкој Тополи, Жеднику, Наумовићеву и Суботици, К.О. Нови Сад I, К.О. Нови Сад IV, К.О. Кисач,, К.О. Руменка, К.О. Степановићево, К.О. Ченеј, К.О. Бачко Добро Поље, К.О. Врбас- АТАР, К.О. Врбас - град, К.О. Змајево, К.О. Куцура, К.О. Ловћенац, К.О. Мали Иђош, К.О. Фекетић, К.О. Бачка Топола, К.О. Бачка Топола - Град, К.О. Мали Београд, К.О. Биково, К.О. Доњи Град, К.О. Жедник, К.О. Нови Град, К.О. Палић, К.О. Стари Град:

МИЛАН В. МУЖДАЛО, дипл.инж.ел.

И З Ј А В Љ У Ј Е М

1. да је пројекат у свему у складу са издатим Локацијским условима:
-Бр.:ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 06.04.2020,
-Бр.:ROP-MSGI-7141-LOC-1/2020, Заводни број: 350-02-00109/2020-14 од 08.05.2020,
-Бр.:ROP-MSGI-931-LOCA-3/2020, Заводни број: 350-02-00192/2020-14 од 29.05.2020 и
-Бр.: ROP-MSGI-28188-LOCH-4/2020, Заводни број: 350-02-00031/2020-14 од 07.04.2020- Решење о исправци грешке.
издатим у МГСИ;

2. да је пројекат израђен у складу са Законом о планирању и изградњи, прописима, стандардима и нормативима из области изградње објеката и правилима струке;

3. да је пројекат у свему у складу са начинима за обезбеђење испуњења основних захтева за објекат прописаних елаборатима и студијама.

Одговорни пројектант:	МИЛАН В. МУЖДАЛО, дипл.инж.ел.
Број лиценце:	351 G09508
	Потпис:
Број техничке документације:	2020-001-ЕЛЕ-4/1.1.0
Место и датум:	Београд, Април 2021.

4/1-1.0.5 ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

4/1-1.0.5.1 ТЕХНИЧКИ ОПИС

ТЕХНИЧКИ ОПИС

4/1-1.0.5.1.1 Списак нормативних докумената коришћених при изради пројекта

1) Закон о планирању и изградњи (“Службени гласник РС”, бр. 72/09, 81/09, 64/10, 24/11, 121/12, 42/13, 50/13, 98/13, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019 и 37/2019)
2) Закон о безбедности у железничком саобраћају ("Службени гласник РС", бр. 41/2018)
3) Закон о интероперабилности железничког система ("Службени гласник РС", бр. 41/2018)
4) Техничке спецификације интероперабилности подсистема „енергија” (објава уредбе комисије (ЕУ) број 1301/2014 од 18. новембра 2014. године од стране Дирекције за железнице Републике Србије)
5) Правилник о техничким условима које мора испуњавати подсистем енергија ("Службени гласник РС", бр. 6/2020 од 24.01.2020.")
6) ТПЕ-КМ 1. Привремено техничко упутство за пројектовање и градњу КМ монофазног система 25kV, 50Hz на ЈЖ (ЗЈЖ бр.189-30)
7) ТПЕ-КМ 1. Део IV - Повратни вод и уземљење (ЗЈЖ бр.287-1)
8) ТПЕ-КМ 1.1. Технички услови за израду инвестиционо техничке документације за КМ монофазног система 25kV, 50Hz на ЈЖ (ЗЈЖ бр.284-1)
9) Општи пројекат контактне мреже монофазног система 25kV, 50Hz
10) Спецификација материјала и спецификација испитивања елемената контактне мреже монофазног система 25kV, 50Hz.
11) Каталог елемената контактне мреже 25kV, 50Hz на мрежи ЈЖ
12) Технички услови за извођење радова на контактној мрежи монофазног система 25kV, 50Hz
13) Техничке спецификације интероперабилности подсистема „енергија” (објава уредбе комисије (ЕУ) број 1301/2014 од 18. новембра 2014. године од стране Дирекције за железнице Републике Србије)
14) EN50119:2012 – Примене на железници – Стабилна постројења – Надземна контактна мрежа
15) EN 50367:2012 – Примене на железници – Системи за одузимање струје - Технички критеријуми за узајамно дејство пантографа и возног вода (за постизање слободног приступа)
16) EN 50122-1:2011 –Примене на железници - Стабилна постројења - Електрична безбедност, уземљење и повратни вод.
17) EN 50149:2012E - Примене на железници – Стабилна постројења – Контактни проводници од бакра и бакарних легура.
18) EN 50317:2012 – Примене на железници – Системи за одузимање струје - Захтеви за мерење и валидацију мерења динамичког узајамног дејства пантографа и надземног возног вода.
19) EN 50318:2002 –Примене на железници – Системи за одузимање струје - Валидација симулације динамичког узајамног дејства пантографа и надземног возног вода.
20) EN 50125-2:2014 –Примене на железници - Услови околине за опрему – Део 2: Стабилна електрична постројења.
21) EN 50345:2010–Примене на железници – Електрична вуча — Изолациона синтетичка ужад постављена за ношење надземних контактних водова.
22) EN 50151:2003 –Примене на железници – Електрична вуча - Посебни захтеви за композитне изолаторе
23) EN 60383-1:1998 – Изолатори за надземне водове називног напона већег од 1 kV. Део 1: Керамичке или стаклене ланчане јединице за мреже наизменичне струје - Термини и дефиниције, методе испитивања и критеријуми за пријем.

24) EN 50124-1:2017 –Примене на железници – Координација изолације - Део 1: Основни захтеви - Пузне стазе и ваздушни размаци за сву електричну и електронску опрему.
25) EN 50124-2:2017–Координација изолације – Део 2: Пренапони и заштита од пренапона
26) EN 50126-1:1999–Примене на железници - Спецификација и демонстрација поузданости, доступности, одрживости и безбедности (РАМС) - Део 1: Основни захтеви и генерички процес
27) EN 50206-1:2010 –Примене на железници – Пантографи: Карактеристике и испитивања — Део 1: Пантографи за железничка возила.
28) EN 15273-1:2013 –Примене на железници – Профили - Део 1: Опште - Заједничка правила за инфраструктуру и возни парк
29) EN 15273-2:2013 –Примене на железници – Профили - Део 2: Профил возила
30) EN 15273-3:2013 –Примене на железници – Профили - Део 3: Слободни профили

……..

4/1-1.0.5.1.2 Технички опис

Потребно је да се у оквиру пројекта модернизације пруге Београд - Суботица - државна граница (Келебија) односно на деоници Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија), изведу радови на железничкој инфраструктури од станице Нови Сад (укључујући и станицу) до државне границе са Мађарском.

Ова траса је електрификована контактном мрежом монофазног система од 25kV, 50Hz усвојеном за електрификацију Југословенских железница. Како се исти систем примењује у суседним земљама, повезивање Железница Србије са европским железницама ће бити једноставно.

У складу са правилима за пројектовање и изградњу контактне мреже, железничка пруга је подељена на подпројекте и за сваки од њих је припремљена посебна техничка документација. Подпројекат у овом смислу је станица од изолованог преклопа на улазу (укљ.) до изолованог преклопа на излазу (укљ.) или отвореног дела пруге између изолованих преклопа у станици.

У пројекту контактне мреже, у складу са постојећим стањем, контактна мрежа обухваћена деоницом пруге Нови Сад - Суботица - државна граница (Келебија) издељена је на следеће објекте контактне мреже:

1. Путничка станица Нови Сад
2. Отворена пруга Нови Сад - Руменка
3. Станица Руменка
4. Отворена пруга Руменка - Кисач
5. Станица Кисач
6. Отворена пруга Кисач - Степановићево
7. Станица Степановићево
8. Отворена пруга Степановићево - Змајево
9. Станица Змајево
10. Отворена пруга Змајево - Врбас (нова)
11. Станица Врбас (нова)
12. Станица Врбас
13. Отворена пруга Врбас (нова) - Ловћенац
14. Станица Ловћенац
15. Отворена пруга Ловћенац - Бачка Топола
16. Станица Бачка Топола
17. Отворена пруга Бачка Топола - Жедник
18. Станица Жедник
19. Отворена пруга Жедник - Наумовићево
20. Станица Наумовићево
21. Отворена пруга Наумовићево - Суботица путничка
22. Ранжирна Путничка станица Суботица
23. Отворена пруга Суботица путничка - државна граница

Саставни делови пројекта контактне мреже за ПГД - пројекат за грађевинску дозволу су општа документа, технички опис, предмер и предрачун за материјале и радове, дијаграм напајања и секционисања, диспозиција контактне мреже са карактеристичним попречним пресецима, и листе и спецификације контактне мреже.

Основа за развијање Пројекта контактне мреже дата је у књизи Контактна мрежа - Општа решења, у одељку Списак примењених закона, прописа и стандарда.

Горе наведена основа за идејни пројекат контактне мреже допуњена је основом грађевинског пројекта, (диспозиција, подужни профил, попречни профили и грађевинске конструкције), подацима из сигнализације / електронска поставница и информацијама о врстама и обиму саобраћаја и шинским возилима добијених из пројекта технологије саобраћаја.

Технички опис система електрификације (*V=200Km/h*)

Пројекат контактне мреже за ову деоницу пруге предвиђен је тако да контактна мрежа задовољи услове рада за максималну брзину вожње од 200km/h.

Пројекат контактне мреже за грађевинску дозволу рађен је за утицаје околине наведене у следећој табели:

Ставка	Опис	Јединица	Вредност	Напомена
1	Максимална температура околине	℃	40	
2	Минимална температура околине	℃	-20	
3	Притисак ветра за отклон КП	N/m^2	600	
4	Притисак ветра за димензионисање носећих конструкција КМ	N/m^2	600	
5	Температура при максималном леду	℃	-5	
6	Максимална дебљина леда (осим на проводницима)	Mm	10	
7	Притисак ветра при максималном леду	N/m^2	300	
8	Температура при вертикалном положају полигонатора и вешаљки	℃	10	
9	Надморска висина	M	＜150m	
10	Ниво загађења		Јако	

Карактеристике предвиђених проводника на овим деоницама, са предвиђеним радним затезним силама дате су у следећој табели:

Назив	Подручје примене	Ознака	Затезна сила（kN）
Контактни проводник	Главни колосеци	AC-100 (CuFRHC) према EN50149	За брзину 200km/h - 12 За брзину 160km/h - 10
	Споредни колосеци	AC-100 (CuFRHC) према EN50149	10
"Y" уже	Главни колосеци	BZII-25	2.3
Вешаљка	Главни и споредни колосеци	BZII-10	
Носеће уже	Главни колосеци	BZII-70 према DIN48201	За брзину 200km/h - 15 За брзину ≤160km/h - 10

	Споредни колосеци	BZII-70 према DIN48201	10

Симулација узајамног дејства између пантографа и возног вода, за наведене параметре приказана је у делу нумеричке документације пројекта: Прорачун динамичког узајамног дејства возног вода и пантографа.

За додатне проводнике предвиђена је употреба AlČe ужад, у складу са EN50182, према следећој табели:

Додатни проводници	Спецификација	Максимална затезна сила (kN)	коментар
Повратни вод	AlČe 240	12	
Уземљење	AlČe 70	6.5	
Неутрални вод	4× AlČe 240		
Вод за појачање	PPOO-1*150 0.6/1KV		
Напојни вод	AlČe 240	12	

Слободни профил пруге на овој деоници одређен је тако да одговара товарном профилу GC

Пројектована висина контактног проводника од ГИШ-а
- нормална: 5500mm
- минимална: 5000mm
- максимална: 6500mm

Дозвољени нагиб контактног проводника у односу на ГИШ
- максимално: 2‰
- максимална промена нагиба износи 1‰.

Системска висина
- нормална 1600mm, на отвореној прузи за брзину од 200km/h (на местима смањења системске висине минимална дужина вешаљки треба да буде ≥ 500mm).

Дужина распона и полигонације:

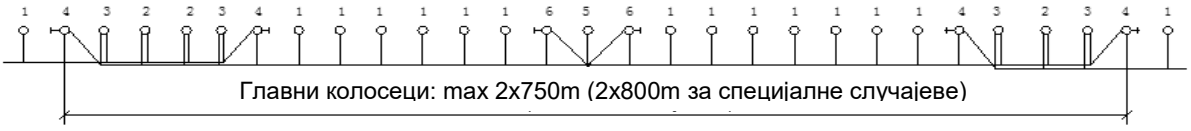
- максимално дозвољени отклон контактног проводника од осе статичког пантографа (за ширину пантографа од 1600mm) није већи од 400mm.

- максимална дужина распона није већа од 60m
- дужине распона на мостовима, у преклопима, биће мање од максимално дозвољених за 5-10m
- полигонације у правцу ће бити ±200mm. У кривинама, полигонације ће се одређивати у зависности од радијуса кривине и ефективне радне ширине пантографа, тако да максимални отклон проводника буде мањи од максимално дозвољеног. Прорачун дужине распона урађен је у оквиру нумеричке документације пројекта: Прорачун основних параметара контактне мреже.

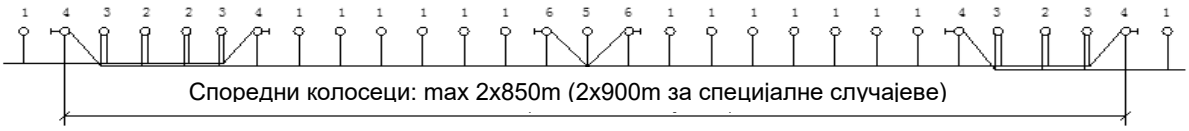
Дужина затезног поља:

- на главним пролазним колосецима максимална дужина није већа од 2x750m. За случај аутоматског затезања са једне стране у дужини затезног поља, максимална дужина поља није већа од 750m. У специјалним случајевима, максимална дужина затезног поља не би требало да премаши 2x800m.

- на споредним колосецима максимална дужина не би требало да премаши 2x850m. У специјалним случајевима, максимална дужина затезног поља не би требало да премаши 2x900m.



Врсте стубова:
1. Стуб са једноструком конзолом
2+3. Стуб са двоструком конзолом
4. Стуб за затезање
5. Стуб чврсте тачке
6. Затезни стуб чврсте тачке



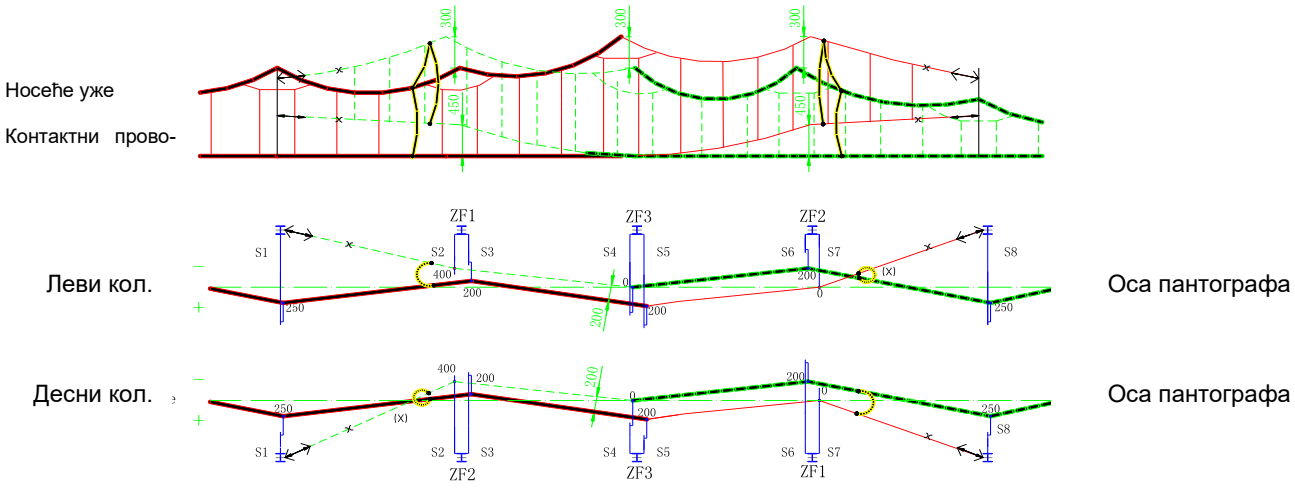
Врсте стубова:
1. Стуб са једноструком конзолом
2+3. Стуб са двоструком конзолом
4. Стуб за затезање
5. Стуб чврсте тачке
6. Затезни стуб чврсте тачке

- разлика у затезним силама између два полупоља треба да буде максимално ±10%.

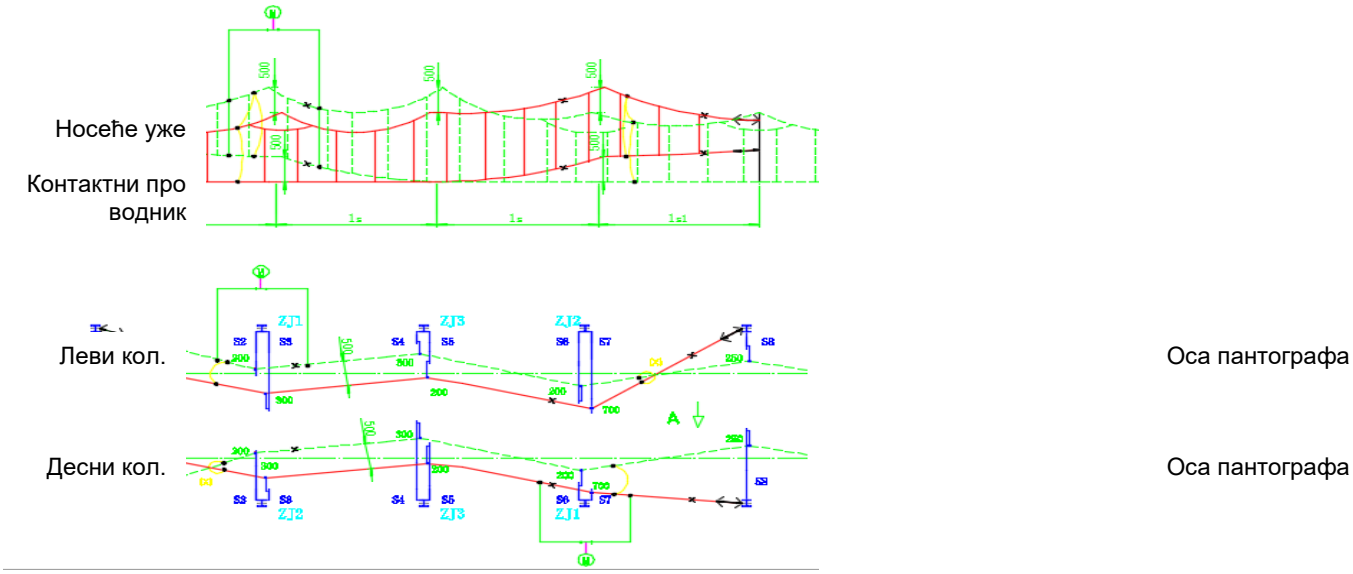
Преклопи:

- у општем случају, 4 распонски преклоп се користи за изоловане и неизоловане преклопе. У посебним случајевима, могу се користити 3 и 5 распонски преклопи.

- дужине распона у преклопима краће су од нормалних распона. Размак проводника у изолованом преклопу износи 500mm, а у неизолованом преклопу 200mm.



Неизолован преклоп у 4 распона



Изолован преклоп у 4 распона

Диспозиција контактне мреже на скретницама:

- локација стубова контактне мреже са предвиђеним полигонацијама у зони скретница, дата је у следећој табели:

Тип шина (kg/m)	Угао скретнице	Тип скретнице	Растојање између МЦ-а и стуба испред（m）	Растојање између МЦ-а и стуба иза（m）
60	6°	60E1-300-6°	23.356 (полигонација 150 за кол. у правцу; полигонација 1000 за кол. у скретању）	11.644 (полигонација 0 за кол. у правцу; полигонација 200 за кол. у скретању)
	14	60E1-760-1/14	16.532 (полигонација 150 за кол. у правцу; полигонација 200 за кол. у скретању)	16.468 (полигонација 0 за кол. у правцу; полигонација 200 за кол. у скретању)
	18.5	60E1-1200-1/18.5	17.646 (полигонација 150 за кол. у правцу.; полигонација 200 за кол. у скретању)	22.354 (полигонација 0 за кол. у правцу; полигонација 200 за кол. у скретању)
49	6°	49E1-300-6°	23.356 (полигонација 150 за кол. у правцу.; полигонација 1000 за кол. у скретању)	11.644 (полигонација 0 за кол. у правцу; полигонација 200 за кол. у скретању)
	6°	49E1-200-6°	18.097 (полигонација 150 за кол. у правцу; полигонација 1000 за кол. у скретању)	11.903 (полигонација 0 за кол. у правцу; полигонација 200 за кол. у скретању)

Растојање лица стубова од осе колосека:

- у општем случају, растојање лица стубова од осе колосека на главним колосецима неће бити мањи од 3,10m (и не мањи од 2,70m у специјалним случајевима).

- у станицама, растојање између лица стуба и осе колосека је 3,10m, најмање 2,20m у правцу, у специјалним случајевима

Случај		Нормално (mm)	Минимално (mm)
Главни колосек	Правац, спољна кривина, унутрашња кривина R≥1500m, унутрашња кривина R＜1500m	3100	2700
Станица	Правац, спољна кривина, унутрашња кривина R≥1500m	2700	2200
	Унутрашња кривина R＜1500m	3100	2500
Утоварни колосеци и перони на главним колосецима		3300	3000
Перони на споредним колосецима		3000	3000

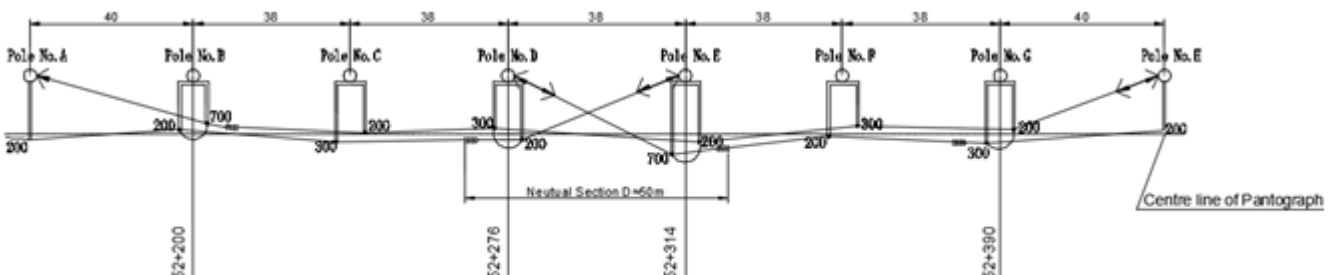
Сигурносни размаци:

- у општем случају, растојање између делова под напоном 25kV левог и десног колосека неће бити мање од 2000mm.

No	Минимални сигурносни размаци (mm)	статички	динамички
1	Изолациона растојања између делова контактне мреже под напоном (контатни проводници, напојни водови, итд.) и материјали за уземљење	270	150
2	Изолационо растојање између фаза постројења за секционисање са фазним углом од 120°, напона 43.3kV	400	230
3	50kV изолационо растојање	540	300

Неутрална секција:

- за брзину од 200km/h предвиђена је употреба неутралних секција састављених од више преклопа. Ова врста неутралне секције дата је тако да растојање између два пантографа у функцији буде веће од дужине неутралне секције, која у овом случају износи око 50m, у складу са са EN50367 A.1.1. За брзине до 160 km/h, могућа је и употреба неутралне секције састављене од секционих изолатора.



Неутрална секција D=50m

Оса пантографа

Носеће конструкције контактне мреже:

Локација	Намена стуба	Тип стуба	Тип темеља
Насип	Стуб са једноструком конзолом	Z1/8.3	J1
	Стуб са двоструком конзолом	Z2/8.3	J2
	Затезни стуб са једноструком/двоструком конзолом	Z2/8.3	J2
	Стуб са водом за напајање	Z2/11	J2
	Стуб са конзолом и растављачем	Z-X/9.0（Z-1/9.0 за једноструку конзолу; Z-2/9.0 за двоструку конзолу）	J-X（J-1 за једноструку конзолу; J-2 за двоструку конзолу）
	Сидро	----	JLX
	YHL≤30m	PZ1/H	YHJ1
	YHL＞30m	PZ2/H	YHJ2
Више колосека	Пречка портала	PC-L（L је дужина）	----
Више колосека	Носач опреме за једну конзолу	D1	----
	Носач опреме за две и више конзола, чврста тачка	D2	----

Предвиђене носеће конструкције су:

- челични поцинковани цевни стубови, за ношење конзола и напојних водова
- крути челични портали са цевним стубовима и пречком у станицама

Темељи носећих конструкција контактне мреже:

- Бетонски темељи се користе за израду темеља конзолних стубова, стубова портала и стубова за ношење напојних водова.
- Бетонски темељи се користе за израду темеља сидара на местима затезања.

Повратни вод:

- ради смањења импедансе повратног проводника и утицаја на остале инсталације, повратни проводник се поставља на стубове. Причвршћење на стуб врши се директно, без уметнутог изолатора.
- веза повратног проводника са шинама остварује се директним повезивањем на сваких 600m максимално. Преспоји су од ужета сачињеног од алуминијума, пресека 150mm^2.

- с обзиром на предвиђени систем контроле заузетости колосека ("бројачи осовина"), предвиђено је међусобно повезивање шина колосека на сваких 300m, као и међусобно повезивање колосека у станицама

Уземљење:

- сви метални објекти у појасу ширине 5m од осе колосека биће уземљени, у општем случају повезивањем на шине. Заштитне ограде, односно ограде за заштиту од буке, које се постављају дуж пруге, биће уземљене посебним уземљивачем.
- стубови који носе повратни проводник сматрају се уземљеним преко повратног проводника.
- неколико појединачних стубова директно се повезују са шинама.
- уземљивачке везе ће бити сачињене од голог поцинкованог челичног ужета пресека 80mm^2.
- заштитне ограде на прелазима преко пруге се уземљују двоструко.

Заштита од пренапона:

- одводници пренапона постављају се на местима прикључка напојних водова у ЕВП-у и постројењима за секционисање.

Заштита од механичког оштећења стубова:

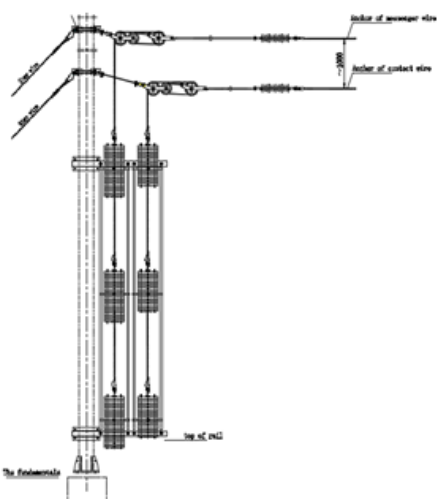
- Стубови који су удаљени мање од 10m од прелаза у нивоу или који се налазе на утоварним рампама, имају механичку заштиту око себе у виду ограде.

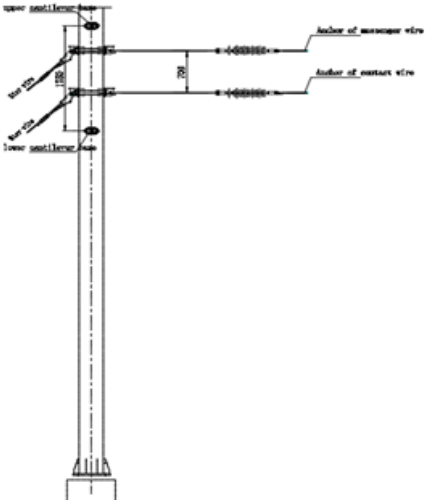
Карактеристике предвиђене опреме:

За ношење контактне мреже предвиђене су обртне конзоле начињене од бешавних челичних поцинкованих цеви, са полигонатором од легуре алуминијума и опремљеног граничником против издизања, тако да се омогући простор за издизање у складу са EN50119 (1,5x максимално издизање, 2x максимално издизање у случају да нема граничника против издизања).

Конзоле на носачима опреме на порталима исте су као и конзоле на стубовима.

Уређаји за затезање испуњавају захтеве стандарда EN50119. Предвиђено је одвојено аутоматско и чврсто затезање носећег ужета и контактног проводника. Уређаји за затезање су опремљени са по 3 котура преносног односа 1:3 за носеће уже и контактни проводник на главним колосецима, и 1:2 на споредним колосецима. Тегови за затезање су од бетона. U posebnim slučajevima, na primer, kada su ankeri postavljeni na peron, kontaktna mreža se može postaviti bez zatezanja.





Аутоматско затезање возног вода Чврсто затезање возног вода

Изолатори

Степен загађења околине узет је као јак. Према IEC 60815, минимална пузна стаза износи 43mm/kV. За конзоле је предвиђена употреба композитних штапних изолатора, а за ношење напојних водова изолаторских ланаца.

Растављачи
У општем случају предвиђени су даљински управљани растављачи са моторним погоном а у складу са EN50152-2.

2.Предмер и предрачун

Количине у предмерима и предрачунима појединачних делова пројекта дате су на основу диспозиција КМ, као и на основу урађених листи стубова и портала, спецификација носећих конструкција, проводника, и осталих елемената.

План демонтаже постојеће контактне мреже и спојне опреме обухвата делове деонице унутар постојећих граница (између постојећих изолованих преклопа) које се на неким од деоница железнице могу разликовати од граница датих у новом пројекту, уколико су те границе постављене.

3. Диспозиција контактне мреже

Диспозиција контактне мреже приказује носеће конструкције, дужине затезних поља, позиције преклопа и чврсте тачке, позиције сигнала и других објеката који су важни за пројектовање контактне мреже. Носеће конструкције почињу бројем 1 и бројеви расту у правцу раста стационаже. За сваки носећи стуб у диспозицији је наведена стационажа, број, тип и одстојање стуба контактне мреже од осе колосека. Локације портала се наводе на следећи начин: километража, тип и распон, тип стубова портала, растојање од оближњег колосека и главног пролазног колосека, као и тип темеља. Свака чврста тачка се наводи на следећи начин: дужина контактне мреже, и број конзола у левом и десном полупољу. Ово се такође примењује и за чврсто затезање полупоља контактне мреже.

4/1.1.0.5.3 Посебан прилог о примењеним мерама у смислу Закона о безбедности и здравља на раду и Закона о заштити животне средине

1. КРАТАК ОПИС ОБЈЕКТА

На основу врсте и локације објекта који је премет пројекта, проистиче следеће:

- Постојећа пруга на којој се врши реконструкција, модернизација и изградња, електрифицирана је монофазним системом 25kV, 50Hz, при чему је предвиђено одвијање саобраћаја током извођења радова у станицама НОВИ САД, ВРБАС, СУБОТИЦА па је у току грађења неопходно примењивати мере заштите од директног и индиректног додира

делова под напоном. Опис извора опасности и потребних мера заштите, према Правилнику ЈЖ бр.227, дат је у даљем тексту. Извођач је дужан да својим нормативним документима и организацијом извођења радова обезбеди увођење и спровођење наведених (као и других) мера заштите на раду, као и сарадњу са надлежним стручним службама Железница Србије.

2. ПОДЕЛА ПОСТРОЈЕЊА У ЕЛЕКТРИЧНОМ ПОГЛЕДУ

Делови контактне мреже и осталих металних конструкција у њеној близини разврстане су у електричном погледу у следеће групе:

2.1. *Делови контактне мреже који су редовно под напоном:* возни, напојни и обилазни водови, струјне везе, прикључни водови, расклопни апарати, попречна ужад гипких портала, сви елементи опреме за вешање од проводника до изолатора, као и сви изолатори.

2.2. *Уземљени делови контактне мреже:* конзолни стубови контактне мреже, стубови и пречке крутих портала, елементи опреме за вешање и затезање до изолатора, стубови и попречна носеће ужад гипких портала, стубови и портали за напојне водове и растављаче, погони растављача, проводници повратног вода, све земљоводне везе и уземљивачи.

2.3. *Остале уземљене металне конструкције односно њихови делови* који се налазе у зони могућег механичког додира и електричног утицаја од делова контактне мреже под напоном, као што су: стубови сигнала, осветљења, разглас, стубови и метални ормарићи пружног телефона, металне конструкције мостова и надвожњака, металне ограде, надстрешнице перона, браници, цевоводи, водонапојници, жицоводи, ралејни ормарићи, ваздушни и кабловски енергетски и телекомуникациони водови и сл.

2.4. *Неутрални, неуземљени делови контактне мреже:* проводници возног вода неутралне секције када неутрална секција није уземљена.

3. ИЗВОРИ ОПАСНОСТИ

3.1. Примарна опасност потиче од присуства напона у деловима контактне мреже који су редовно под напоном.

3.2. Извор опасности представљају и шине колосека и проводници повратног вода који се налазе под напоном и када је напон у контактној мрежи искључен, ако се електрична вуча одвија с једне или обе стране дела пруге чији је возни вод без напона.

3.3. Извор опасности могу бити и носеће конструкције контактне мреже, као и остали метални делови поред електрифицираних пруга, због могућности да и они дођу под напон.

3.4. Постојање напона у контактној мрежи може изазвати опасне напоне у свим металним деловима који се налазе дуж пруге електрифициране монофазним системом 25kV, 50Hz на удаљености мањој од 65m од колосека. Такви опасни напони могу се појавити нпр. у проводницима нисконапонске мреже, жицоводима, цевоводима, олуцима, металним оградама и сл.

3.5. При раду, кретању и бављењу на подручју електрифицираних колосека може доћи до електричног удара у случају приближавања, индиректног или директног додира са деловима побројаним у тачкама 3.1, 3.2 и 3.3 овог Упутства. Том приликом због

протицања струје одређене јачине долази до лакших или тежих повреда људског организма, физичких повреда од пада, а као последица може наступити и смрт.

3.6. У циљу благовременог обавештавања особља, корисника железничких услуга и осталих лица у близини електрифицираних колосека, неопходно је да се у сваком службеном месту видно истакне стално упозорење о опасностима и забрањеним поступцима на електрифицираним пругама. Оно се истиче у службеним и јавним просторијама. Садржај упозорења дат је у прилогу 2 упутства 227.

4. ЗАБРАНЕ И ДОПУШТЕЊА

Сви делови контактне мреже назначени у тачки 2.1. овог упутства су под напоном.

Сваки директни или индиректни додир са неким од таквих елемената контактне мреже опасан је по живот чак и када је напон на њима искључен.
Тек када напон у тим деловима буде искључен и када буде извршено њихово уземљење и изједначење потенцијала сматра се да више нису под напоном.

4.1. Опште забране

Следећи поступци СУ ЗАБРАЊЕНИ у свим условима стања контактне мреже:

- постављање и скидање мотки за уземљење, као и додиривање њихових проводника без одговарајуће заштитне опреме, односно противно прописаном редоследу поступака.

- приближавање носећим конструкцијама контактне мреже на којима се дешавају ненормалне појаве, као што су: пуцкетање, варничење, светлуцање, цврчање.

- постављање и слагање било каквог материјала око носећих конструкција контактне мреже, у простору њихових темеља.

- ношење усправљених предмета, застава, транспарента и сл. на станичном подручју и на подручју путног прелаза који се укршта са електрифицираним колосеком у истом нивоу.

- издизање антенских штапова на средствима везе или возилима на отвореним теретним колима када се ова налазе на електрифицираним колосецима, или када се таква средства односно возила крећу преко путног прелаза у истом нивоу испод проводника контактне мреже.

- паљење ватре у непосредној близини носећих конструкција или других делова КМ.

- скидање и померање заштитних направа које упозоравају на електричне инсталације (пуно или решеткасте ограде, мреже, таблице упозорења и сл.)

- бацање било каквих предмета на проводнике, делове или носеће конструкције контактне мреже.

- прекидање континуитета повратног вода контактне мреже ако се електрична вуча одвија с једне или обе стране пруге где се прекида повратни вод

Пре искључења напона у КМ, извршења уземљења и изједначења потенцијала, свим радницима и свим другим особама које се крећу у близини контактне мреже ЗАБРАЊЕНИ СУ следећи поступци:

- додир са деловима контактне мреже назначеним у тачки 2.1. овог упутства.

- додир са деловима контактне мреже који висе, са жицом која се откинула од напојних, обилазних или возних водова, као и са свим предметима који набачени висе са делова контактне мреже.

- приступ месту пада прекинутог проводника на тло, унутар круга полупречника 15m, чији центар представља пали проводник, односно крај металног дела који је у додиру са палим проводником.

- улазак било којим делом тела или алатом односно предметом у зони опасности (2m од делова који су редовно под напоном, према тач.2.1.)

- пењање на носеће конструкције контактне мреже и остале металне конструкције назначене у тачкама 2.2. и 2.3. овог упутства.

- пењање на кров кућице за машиновођу, котао или тендер парне локомотиве, на кров дизел или електровучног возила и на кровове путничких и теретних кола, на отворена теретна кола, вагоне-цистерне, хладњаче и грађевинске машине за одржавање колосека, као и на дизалице а покретним краном, када се налазе на електрифицираном колосеку.

- поливање водом било којег дела назначеног у тачкама 2.1, 2.2 и 2.3 овог упутства.

- гашење водом пожара на товару, колима, локомотивама, складиштима и другим објектима уз делове стабилних постројења електричне вуче.

- рад друмским и грађевинским дизалицама ако ће било који део дизалице приликом рада прићи на растојање мање од 8м од најближег дела КМ под напоном.

4.2. Изузетно допуштено

Од прописаних поступака, заштитних мера и забрана назначених у тачкама 4.1. овог упутства може се одступити у одређеним приликама. Изузетна допуштања за одступање од прописаних поступака или мера и утврђених забрана могу бити:

- за спасавање унесређеног од електричног удара када се налази у зони опасности или је остао у додиру са проводницима и другим деловима преко којих је електрични удар, могу се предузети све хитне мере пажљиво извлачење, па је поред употребе мотке за уземљење, *без проводника на њој*, допуштена и употреба других изолованих средстава, али увек тако да спасилац тиме не угрози себе и друге помагаче у спасавању. Ако се том приликом мора ући у подручје ближе од 15m, у смислу тачке 4.1.3. овог упутства, кретање спасиоца мора бити посебно прилагођено у циљу избегавања утицаја могућег напона корака.

- за гашење пожара у почетној фази допуштена је употреба средстава за гашење пожара на електричним инсталацијама из свих позиција и када је околно постројење под напоном, али тако да не дође до угрожавања од високог напона лица које гаси. Уколико се приликом гашења пожара не располаже средствима која су предвиђена за гашење пожара код електричних постројења, дозвољено је гашење и водом, али само када предходно постоји потврда овлашћеног железничког радника да је напон у контактној мрежи свих колосека и у свим водовима у непосредној близини места пожара поуздано искључен.

- употреба воде и шмркова за разне потребе у близини постројења која су под напоном допуштена је када су у писменој форми и са довољно заштитних мера прописани сви поступци и радње којих се морају придржавати радници који рукују водом односно шмрковима како не би дошло до угрожавања њихове безбедности.

- допушта се рад разним врстама дизалица у близини електрифицираних колосека када оне не угрожавају механичку стабилност контактне мреже, када су у писаној форми утврђена упутства за рад и прописане мере безбедности и када су сви радници који рукују дизалицама и товарима предходно са њима на доказани начин упознати, а напон у контактној мрежи таквих колосека искључен.

Опасно је по живот и забрањено (Прилог 2 упутства ЈЖ бр.227):

- додиривати телом или неким предметом металне конструкције и жице контактне мреже, електровучна возила и електричне направе на њима;

- пењати се на кровове вагона, цистерне, отворена теретна кола, металне конструкције контактне мреже и сл.

- поливати и прскати водом металне конструкције, вагоне, локомотиве, жице контактне мреже и шине колосека;

- приближавати се и дирати прекинуте жице и предмете који висе, односно жице које су пале на земљу;

- кретати се дуж пруге унутар или ван колосека, ходати по шинама или ступати на њих;

- прислањати или слагати материјал или предмете уз металне конструкције контактне мреже;

- премошћивати (спајати) телом или металним предметима шине колосека.
-

Извођач радова је обавезан да заједно са стручним службама ЈЖ уради елаборат о уређењу градилишта, у којем ће предвидети и све неопходне мере заштите на раду.

Детаљне одредбе о поступању у близини електрифициране пруге, којих је неопходно придржавати се, наведене су у следећим документима:

1. Упутство 227 о мерама безбедности од електричне струје на електрифицираним пругама ЈЖ (ЗЈЖ број 287-8/78)
2. Приручник 227а за примену мера безбедности од електричне струје на КМ монофазног система 25kV, 50Hz ЈЖ (ЗЈЖ број 300-7)
3. Правилник о посебним мерама заштите о раду на железници
4. Упутство 228 за обављање послова на пругама ЈЖ електрифицираним монофазним системом 25kV, 50Hz

4/1-1.0.6 НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

4/1.1.0.6.1. Електровучни прорачун

Електровучни прорачун урађен је од CRDC из Кине, према улазним подацима који су им достављени од стране Саобраћајног Института ЦИП, и компаније Cestra (за пруге Суботица-Хоргош-Сегедин и Суботица - Чикерија-Баја).

1. УВОД

1.1 Контекст

Железничка пруга између Новог Сада и Суботице је двоколосечна електрифицирана пруга 1x25kV.

Циљ предметне студије симулације напајања електричне вуче јесте симулација двоколосечне пруге између Новог Сада и Суботице. Симулација напајања електричне вуче подразумева нормални радни режим и режиме квара.

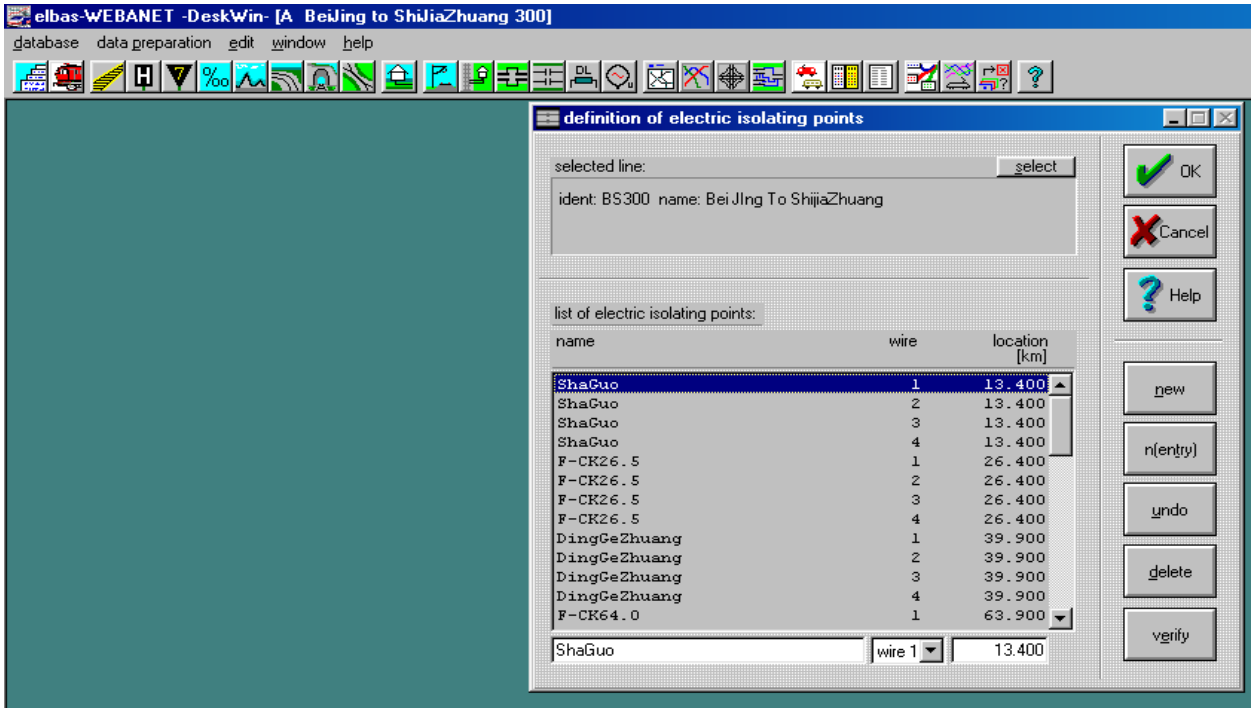
1.2 Сврха

Симулација у складу са подацима о прузи, вучним карактеристикама возова и другим релевантним карактеристикама, захтеваној брзини и максималној брзини, симулација локомотиве у вожњи (тренутни положај, брзина, снага, итд.). Сврха симулације вуче обухвата проверу:

- Напонског нивоа дуж целе пруге у режимима нормалног рада и квара,
- Снага трансформатора за вучу у режимима нормалног рада и квара,
- Струјно оптерећење контактне мреже

1.3 Приказ софтвера

Компанија ELBAS је светски призната компанија која се бави софтвером за симулацију железничког саобраћаја（вебсајтови elbas.de и olacad.com), софтвером за симулацију ELBAS-webanet AC где је резултат интуитивније апстраховање дигиталних графика које се користе за симулацију електровучних система, брзине, тешког терета, на колосеку намењеном међуградском путничком транспорту у електрификованој мрежи наизменичне струје, симулацију вуче и електричних параметара у прорачунима напајања струјом, утврђивање снаге трансформатора вуче и струјног оптерећења контактног вода, електромагнетног поља око електричних параметара као што је систем за напајање електричне вуче; провера да ли параметри задовољавају пројектне захтеве.



Слика 1 Интерфејс

2. Стандард

Симулација напајања електричне вуче је извршена у складу са наредним стандардима:

EN 50163 Примене на железници – Напони напајања система електричне вуче

EN 50388 Примене на железници – Напајање и возна средства – Технички критеријуми за координацију између напајања (подстаница) и возног средства

EN 50329 Примене на железници – Стабилна постројења – Трансформатори за вучу

3. Услови за валидацију резултата симулације електричне вуче

3.1 Напонски ниво

Стандард EN 50163 “Примене на железници – Напони напајања система електричне вуче” наводи да у сталном режиму (енергије или рада) трајни напон на пантографима треба да износи између 19.000V и 27.500V. Напон ограниченог трајања може да постиже вредности између 19.000V и 17.500V најдуже током 2 минута. Напонски ниво не треба никад да падне испод 17.500V.

Стандард EN 50388 “Примене на железници – Напајање и возна средства – Технички критеријуми за координацију између напајања (подстаница) и возног средства” прецизира средњи корисни напон (воз или зона) за конвенционалну пругу мора да буде најмање 22.500V како би се грантовано оптимално функционисање погонског мотора.

3.2 Снага трансформатора за вучу

Снага трансформатора за вучу биће у складу са наредним условима дефинисаним у стандарду EN 50329:

- ефективно 5-минутно интегрисано оптерећење не сме да пређе двоструку вредност номиналног расположивог оптерећења трансформатора за вучу,
- ефективно 15-минутно интегрисано оптерећење не сме да пређе 1,5 вредност номиналног расположивог оптерећења трансформатора за вучу.

4. Улазни подаци

4.1 Подаци о прузи

Симулације напајања електричне вуче ће се извршити за:

1. Обим пројекта за деоницу пруге од Новод Сада до Суботице

2. Остале деонице ће бити узете у обзир, укључујући и:
   - пругу Суботица - граница са Мађарском (према Баји), у дужини од 11,9km
   - пругу Суботица - Хоргош, у дужини од око 26,6km

4.1.1 Кривине и нагиби

Кривине и нагиби на деоници пруге од Старе Пазове до Новог Сада су детаљно описани у фајлу коришћеном за прорачун: “Longitudinal profile_SPAZ-INDJ-BESKA-Novi Sad.dwg”.
Кривине и нагиби на деоници пруге од Новог Сада до Суботице детаљно су описани у фајлу " Layout_Longitudinal profile_Novi Sad-Subotica .dwg”, као и:
Longitudinal profile Subotica-(Baja).pdf
Map of the Railway Line Subotica-State border with Hungary (Baja) _draft.pdf
Layout and longitudinal profile Subotica-Horgos.pdf

4.1.2 Железничке станице и ограничења брзине

Видети DWG фајлове са подужним профилима

4.2 Возна средства

Локомотива 441/444:

Ознака серије	441
Трајна снага локомотиве [kW]	3860
Једночасовна снага локомотиве [kW]	4080

Локомотива 461:

Ознака серије	461
Трајна снага локомотиве [kW]	5100
Једночасовна снага локомотиве [kW]	5400

EMV 412/416:

Ознака серије	412/416
Трајна снага на вратилу вучних мотора [kW]	1360 ((4x170)x2)
Једночасовна снага на вратилу вучних мотора [kW]	1680 ((4x210)x2)

EMV 413/417:

Ознака серије	413/417
Трајна снага на ободу точкова [kW]	2000
Максимална снага на ободу точкова [kW]	2600

С обзиром на то да није дефинисан тип EMB-а који ће се користити, за прорачун је коришћено возило CRH2 из Кине:

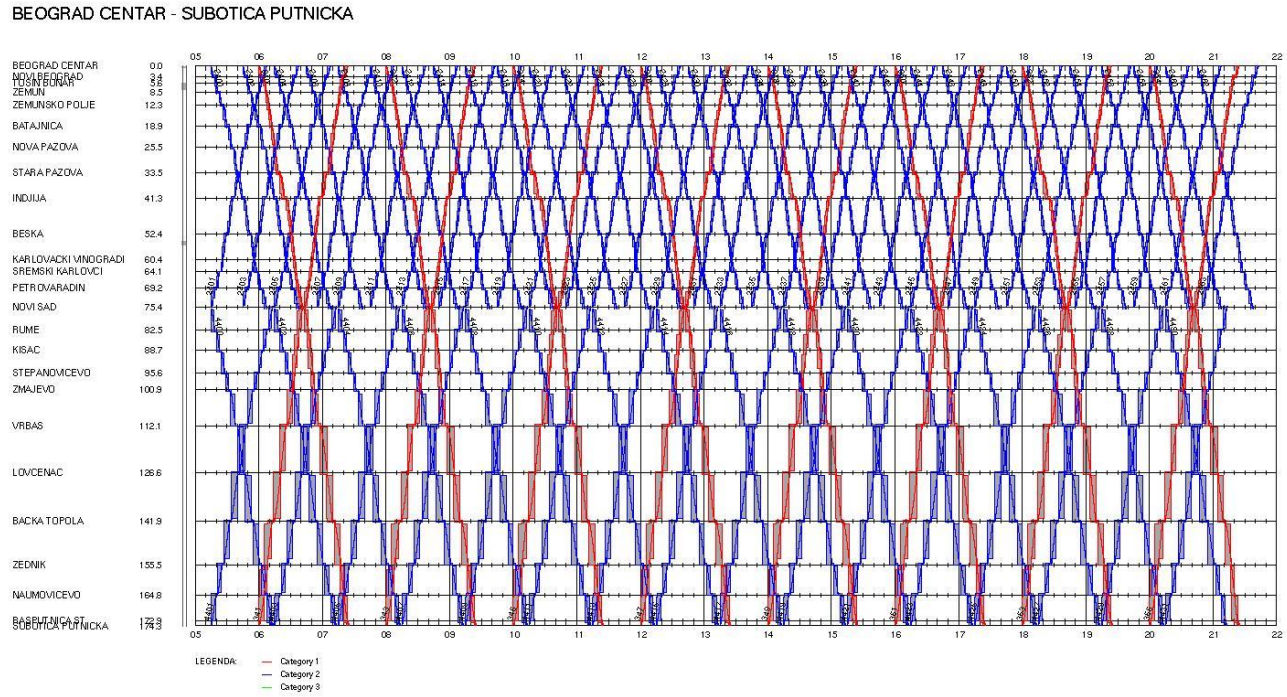
EMB	CRH2

Трајна снага [kW]	4800
Оперативна брзина [km/h]	200
Максимална брзина [km/h]	250
Фактор снаге	≥0,97
Називна струја [A]	225
Снага кочења [kW]	3956

4.3 Дијаграм рада возова

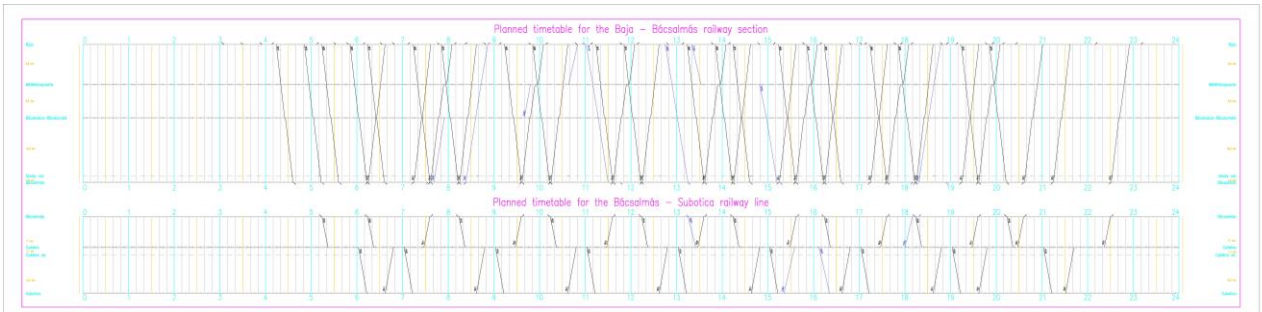
Симулација напајања струјом у нормалном радном режиму и режиму квара заснива се на дијаграму рада возова који је доставио ЦИП. Капацитет пруге проверен је са симлацијом саобраћаја са интервалима од 7,5 минута између возова.

Дијаграм рада возова од Београда до Суботице:



Слика 2 Дијаграм рада возова од Београда до Суботице

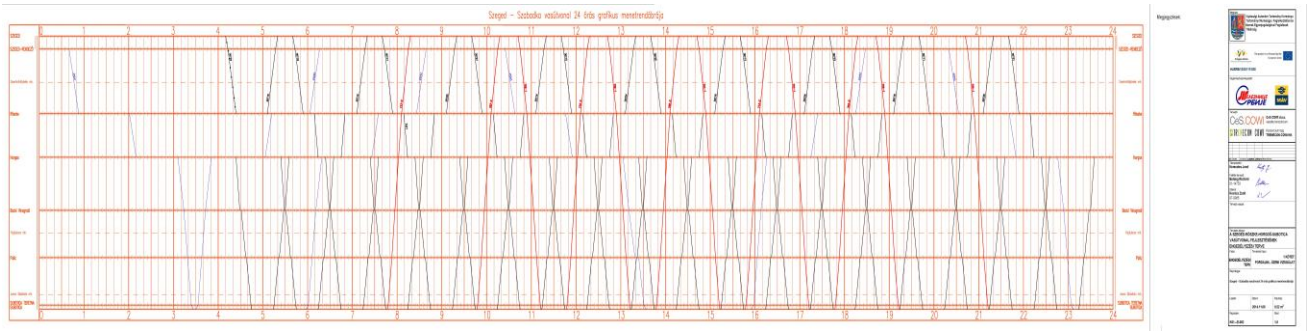
На железничкој прузи Суботица-граница са Мађарском (Баја) предвиђени обим саобраћаја је:
- 9 пари путничких возова дневно
- 1 теретни воз на дан



Слика 3 Дијаграм рада возова од Суботице до границе са Мађарском (Баја)

На железничкој прузи Суботица-Хоргош предвиђени обим саобраћаја за 2040. годину је:

- 3 пара међународних теретних возова дневно
- 6 пари међународних брзих возова
- 19 пари регионалних у унутрашњих возова



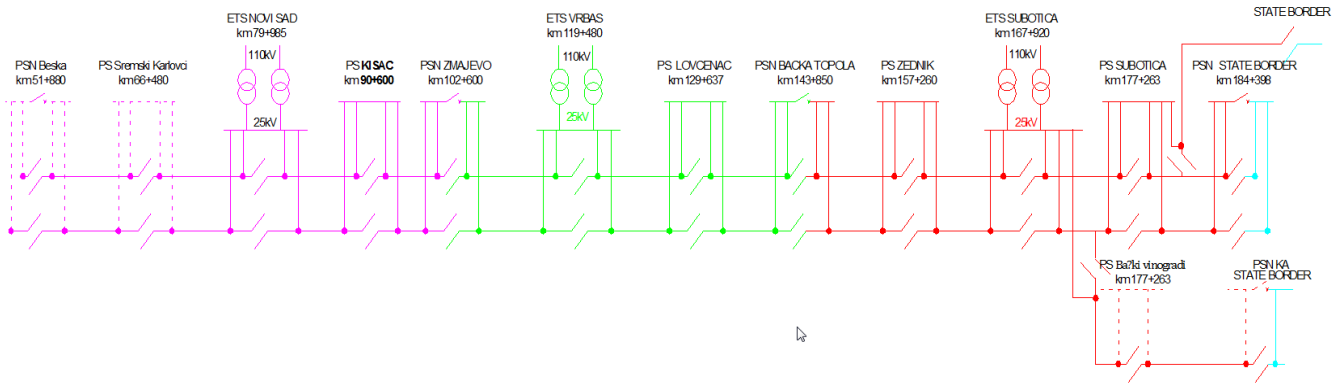
Слика 4 Дијаграм рада возова од Суботице до Хоргоша

4.4 Шема напајања електричне вуче

Разматра се електрифицирана пруга на мрежи напона 1x25 kV.

Положаји ЕВП, ПС и ПСН остају непромењени. Секција контактне мреже се пројектује у складу са принципом примењеним на постојећој српској железници. ЕВП Суботица посебно се разматра да би обезбедио напајање железничких пруга Суботица-граница са Мађарском (Баја) и Суботица - Хоргош.

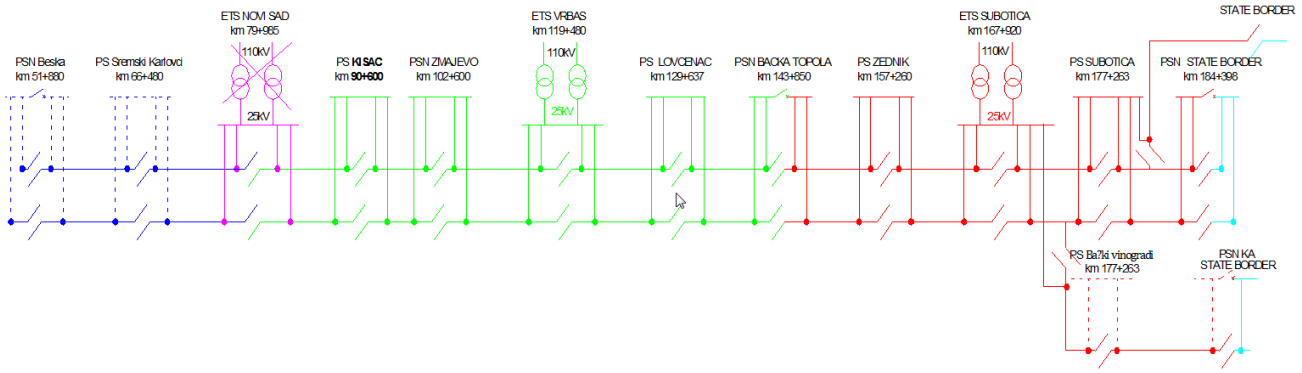
Зоне напајања електровучних подстаница Нови Сад, Врбас и Суботица у нормалном режиму су приказане на слици 5.



Слика 5 Нормалан режим напајања електричном вучом

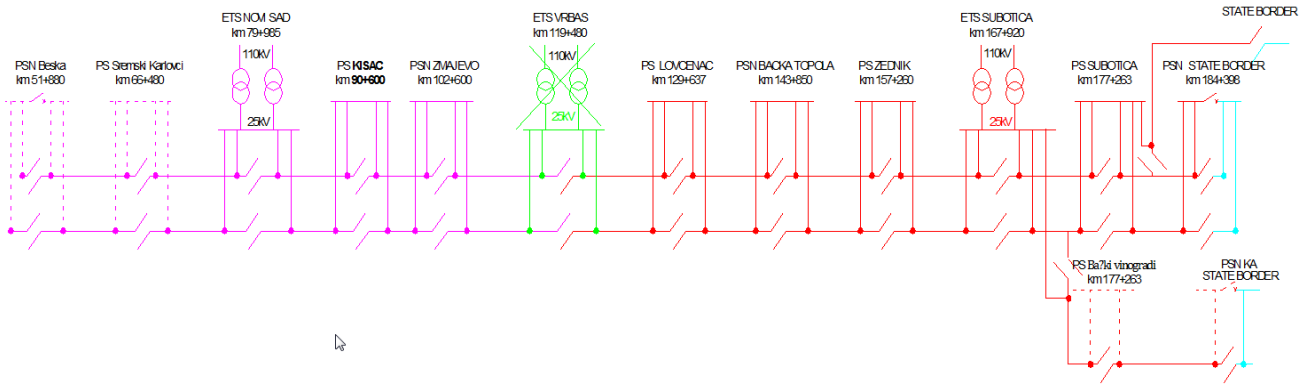
Урађена је и симулација напајања Нови Сад, Врбас и Суботица у режиму квара, као што следи:

1. Кад је ЕВП Нови Сад у квару, деоница од ПСН Бешке до Новог Сада се напаја из ЕВП Инђија, деоница од Новог Сада до ПСН Змајево се напаја из ЕВП Врбас. Симулација разматра деоницу од Новог Сада до ПСН Змајева. Види слику испод.



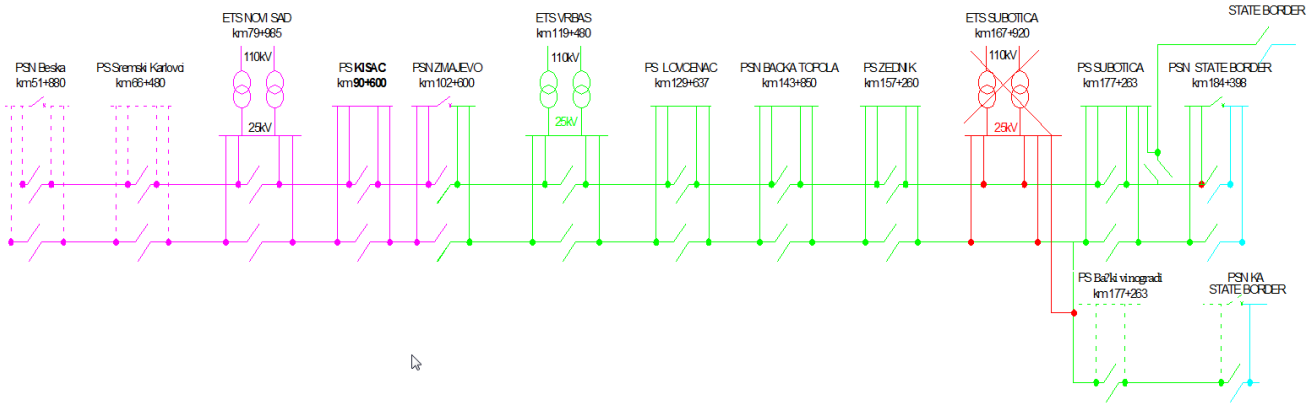
Слика 6 Режим напајања електричном вучом са ЕВП Нови Сад у квару

2. Кад је ЕВП Врбас у квару, деоница од ПСН Змајево до ЕВП Врбас се напаја из ЕВП Нови Сад, деоница од ЕВП Врбас до ПСН Бачка Топола се напаја из ЕВП Суботица. Види слику испод.



Слика 7 Режим напајања електричном вучом са ЕВП Врбас у квару

3. Кад је ЕВП Суботица у квару, деоница од ПСН Бачка Топола до ПСН граница се напаја из ЕВП Врбас. Види слику испод.



Слика 8 Режим напајања електричном вучом са ЕВП Суботица у квару

4.5 Карактеристике ЕВП и мреже

4.5.1 Величина проводника：

Контактни вод：AC 100mm^2

Носеће уже：BZII 70mm^2

Повратни вод：AACSR240mm^2

Напојни вод：CU-150 mm^2 / AACSR240mm^2

Израчунава се трајна носивост струје контактних водова Цу АЦ-100 и БзИИ-70,температура околине се претпоставља као 40 ℃, брзина ветра 1,0 м / с, сунчево зрачење 900В / м2, узимају се у обзир нова контактна жица и 20% истрошене контактне жице, вредности погледајте табелу.

Табела 2 Стална носивост струје проводника који се користе у контактним водовима, вредности дате у А.

врста проводника		температура проводника			
		80℃	70℃	60℃	50℃
нови диригент	Cu AC-100	487	415	324	183
	BzII-70	304	260	204	117
	Cu AC-100+BzII-70	691	590	460	259
истрошена 20% контактна жица Cu AC-100	AC-100	406	348	273	160
	BzII-70	304	260	204	117
	Cu AC-100+BzII-70	619	530	416	244

4.5.2 Основне карактеристике трансформатора за вучу

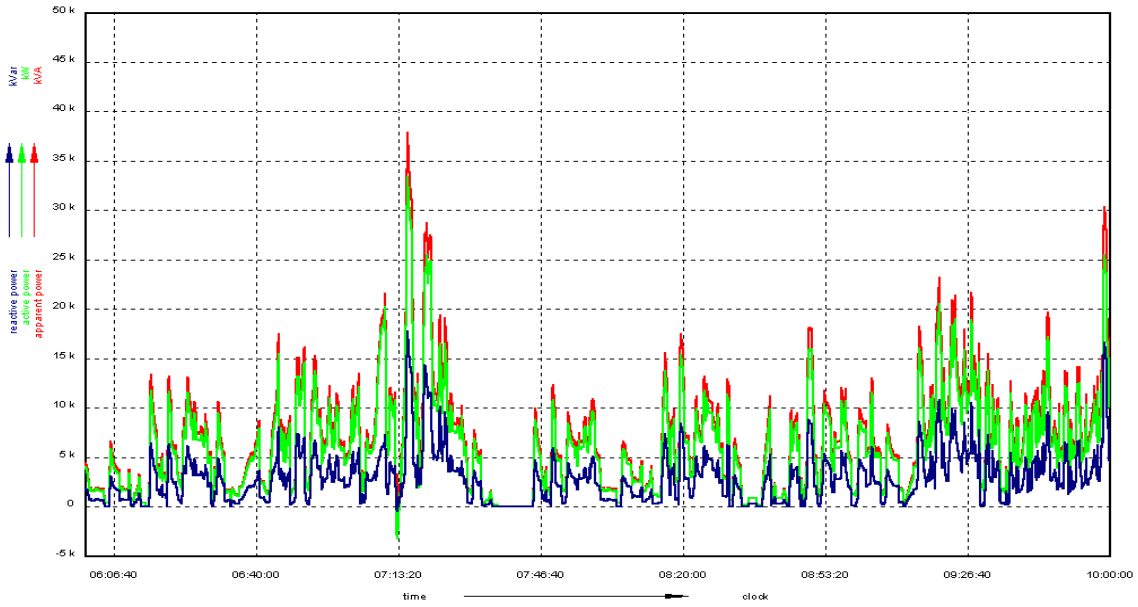
Фреквенција напајања је 50 Hz. Снага трофазног кратког споја је 5000 MVA на прикључку ЕВП-а. Трансформатор за вучу је 110/27,5kV, једнофазни, 10MVA.

5. Резултати симулације

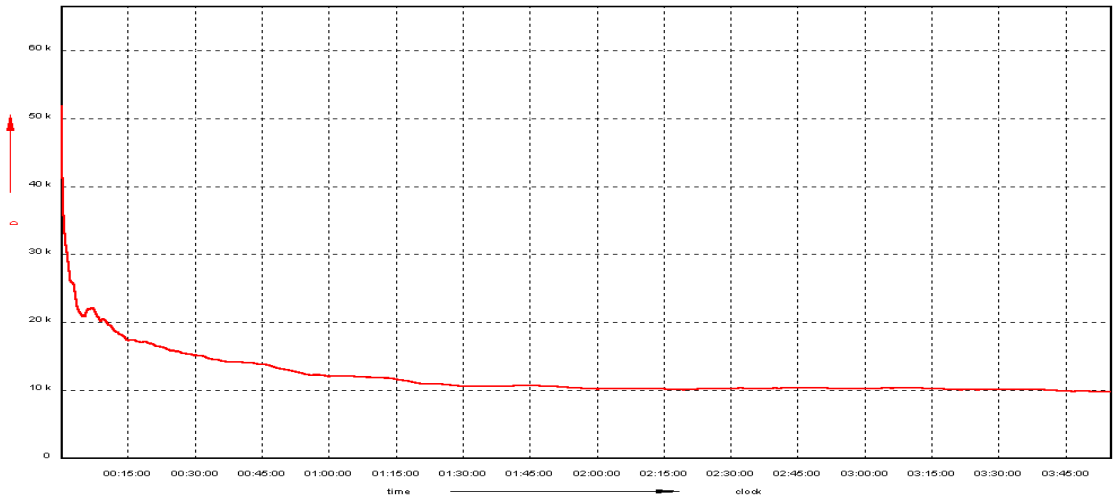
5.1 Резултати симулације за нормалан режим рада

5.1.1 Снага трансформатора за вучу

1. ЕВП Нови Сад

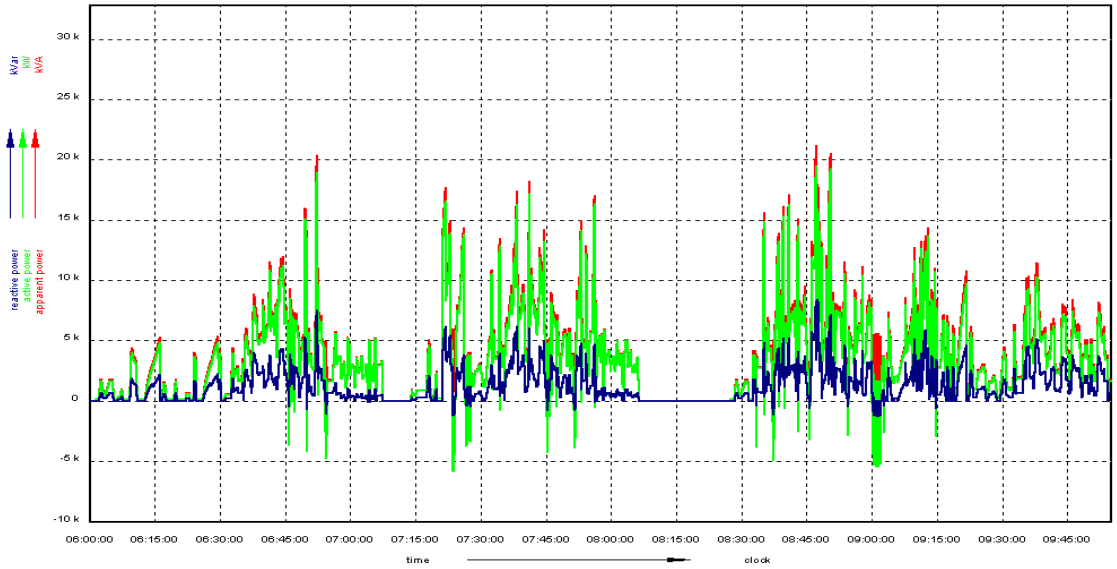


Слика 9 Снага трансформатора ЕВП Нови Сад, ефективна вредност у нормалном режиму рада

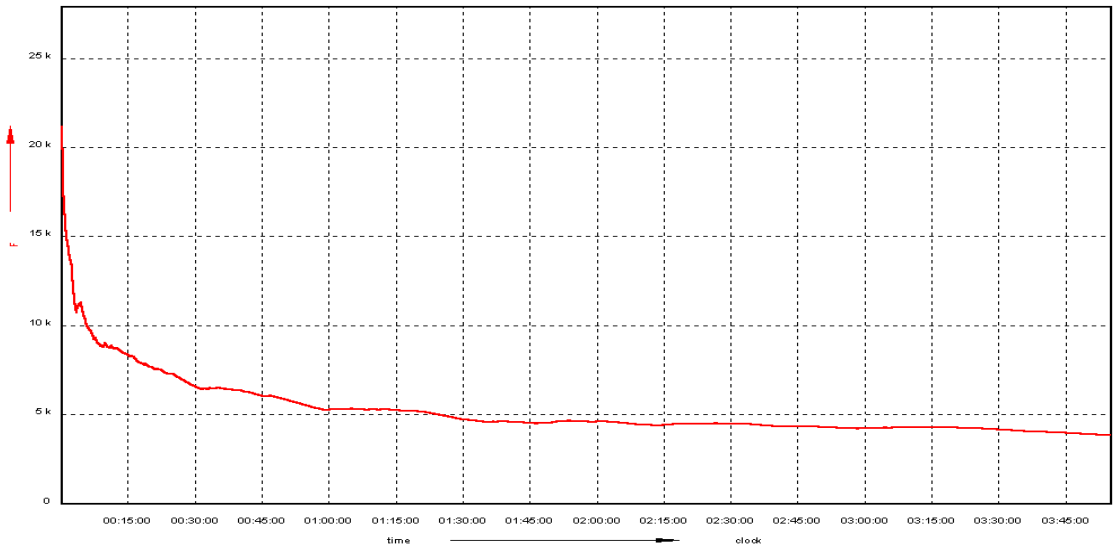


Слика 10 Средња вредност снаге трансформатора ЕВП Нови Сад, у нормалном режиму рада

2. ЕВП Врбас

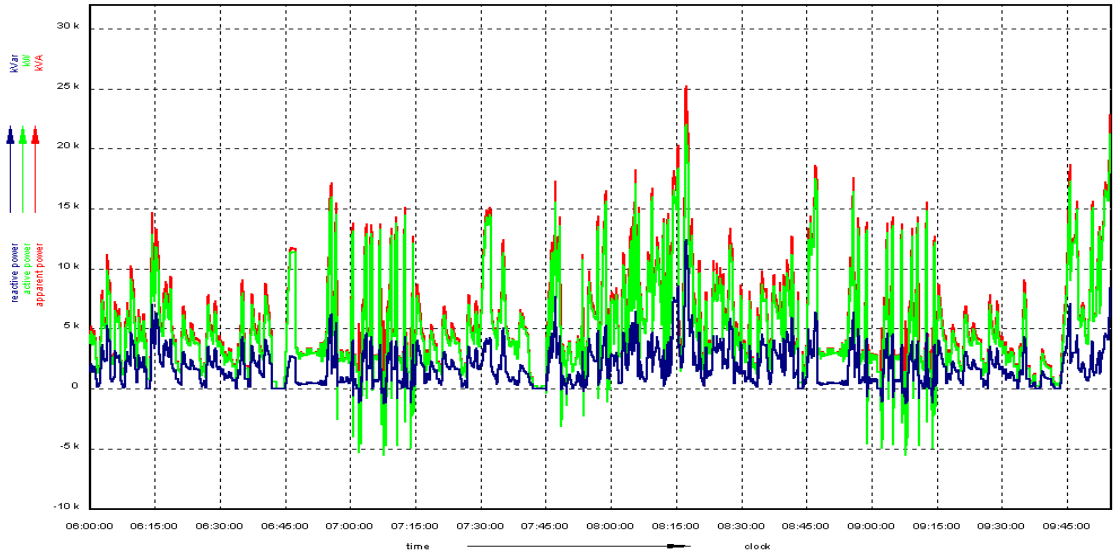


Слика 11 Снага трансформатора ЕВП Врбас, ефективна вредност у нормалном режиму рада

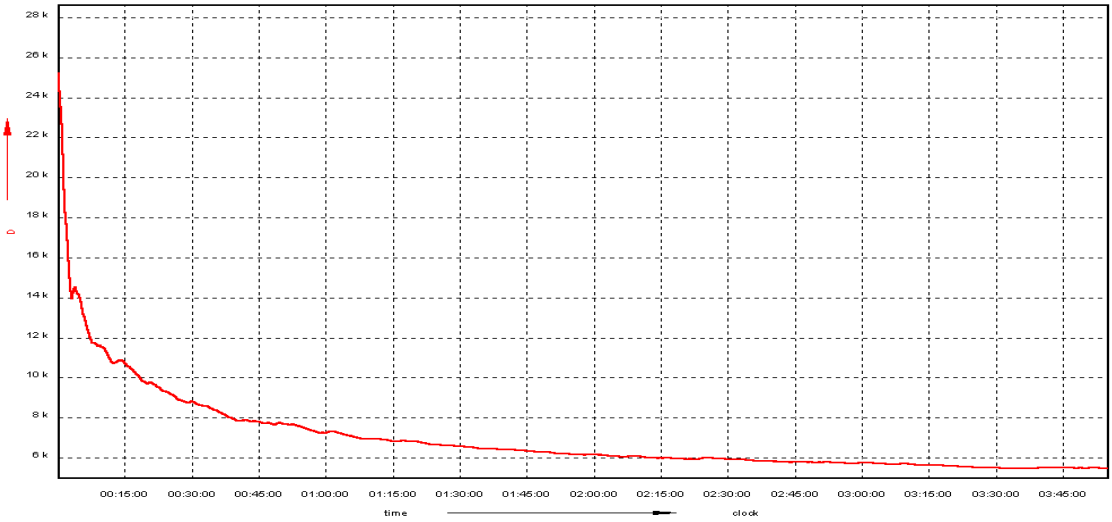


Слика 12 Средња вредност снаге трансформатора ЕВП Врбас, у нормалном режиму рада

2. ЕВП Суботица



Слика 13 Средња вредност снаге трансформатора ЕВП Суботица, у нормалном режиму рада

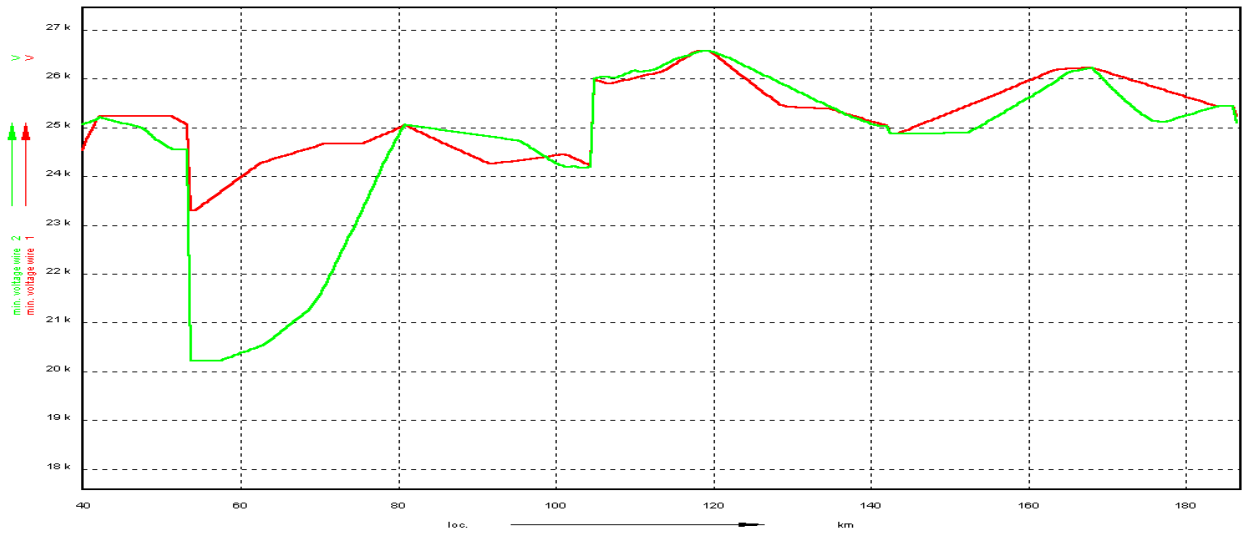


Слика 14 Средња вредност снаге трансформатора ЕВП Суботица, у нормалном режиму рада

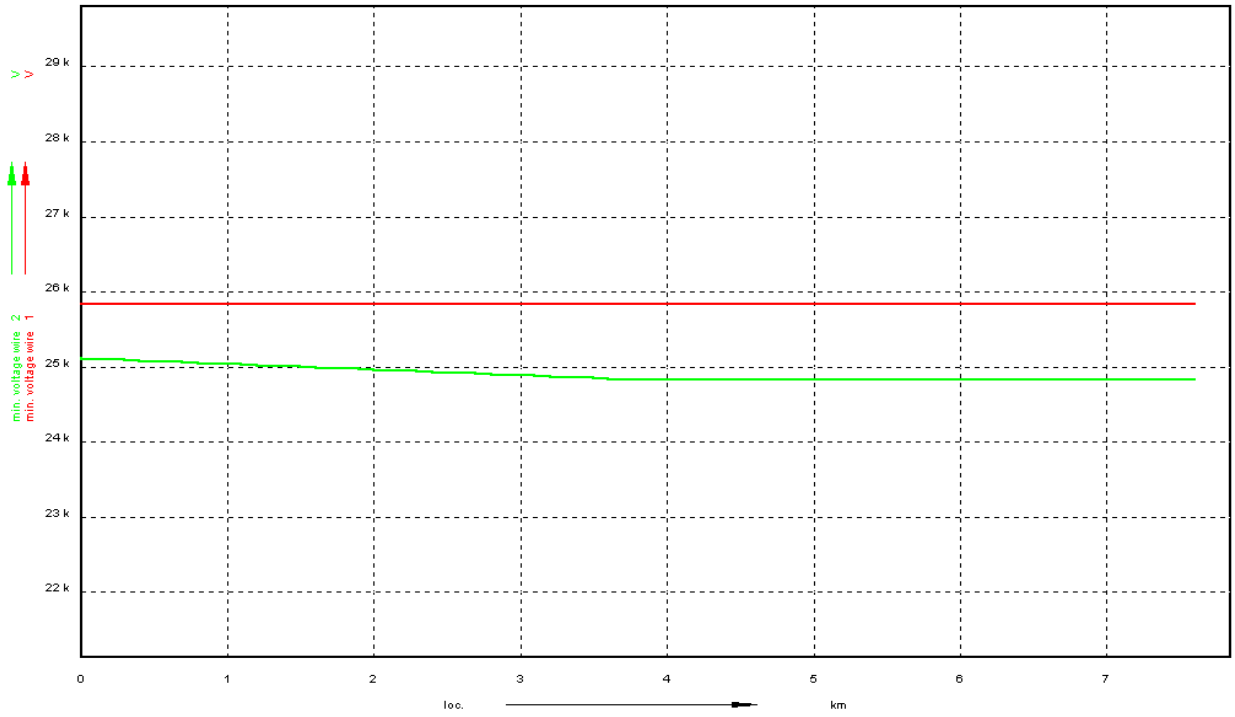
Табела 1 Вредности снаге транформатора добијене симулацијом за нормалан режим рада

ЕВП	Вредност снаге трансформатора добијена симулацијом (MVA)		
	5 min	15 min	60min
Нови Сад	20	17	12
Врбас	11	8.5	5.5
Суботица	14	11	7.5

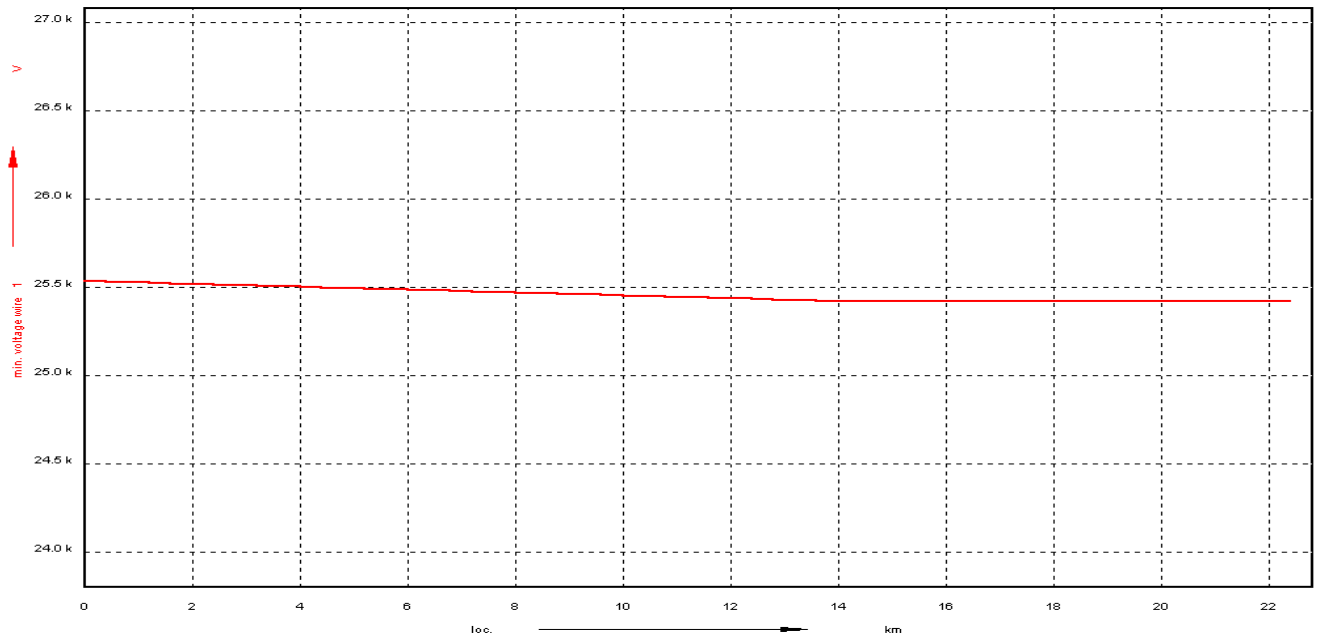
5.1.2 Напон контактне мреже



Слика 15 Напонски ниво деонице Бешка-Државна граница у нормалном режиму рада

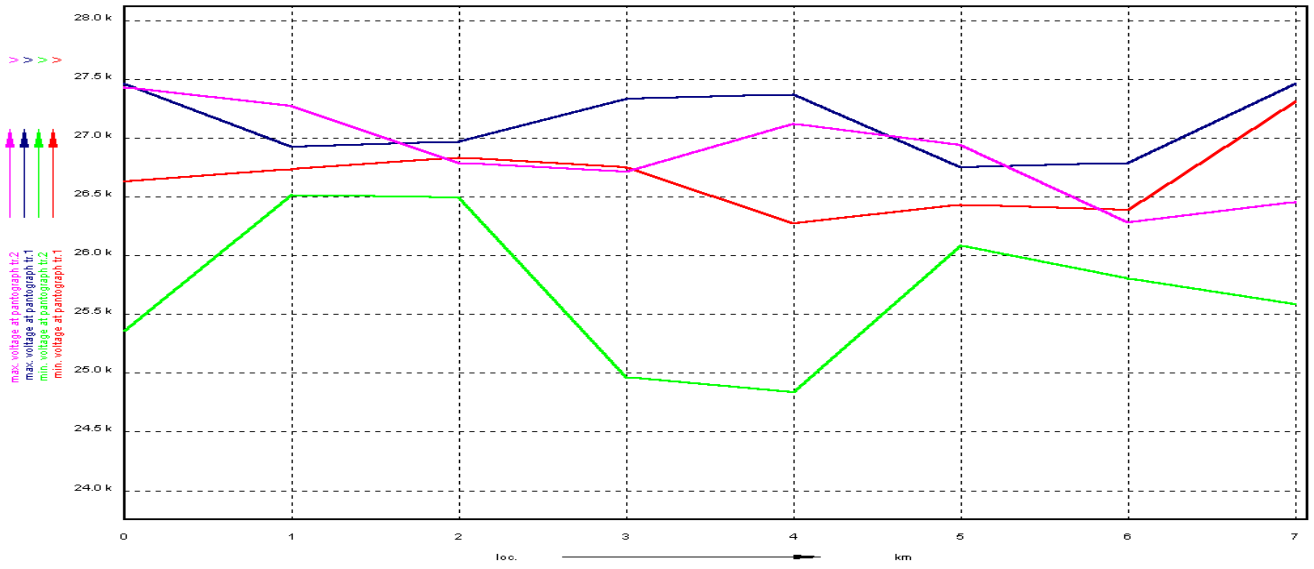


Слика 16 Напонски ниво деонице Суботица-Државна граница са Мађарском (Баја) у нормалном режиму рада

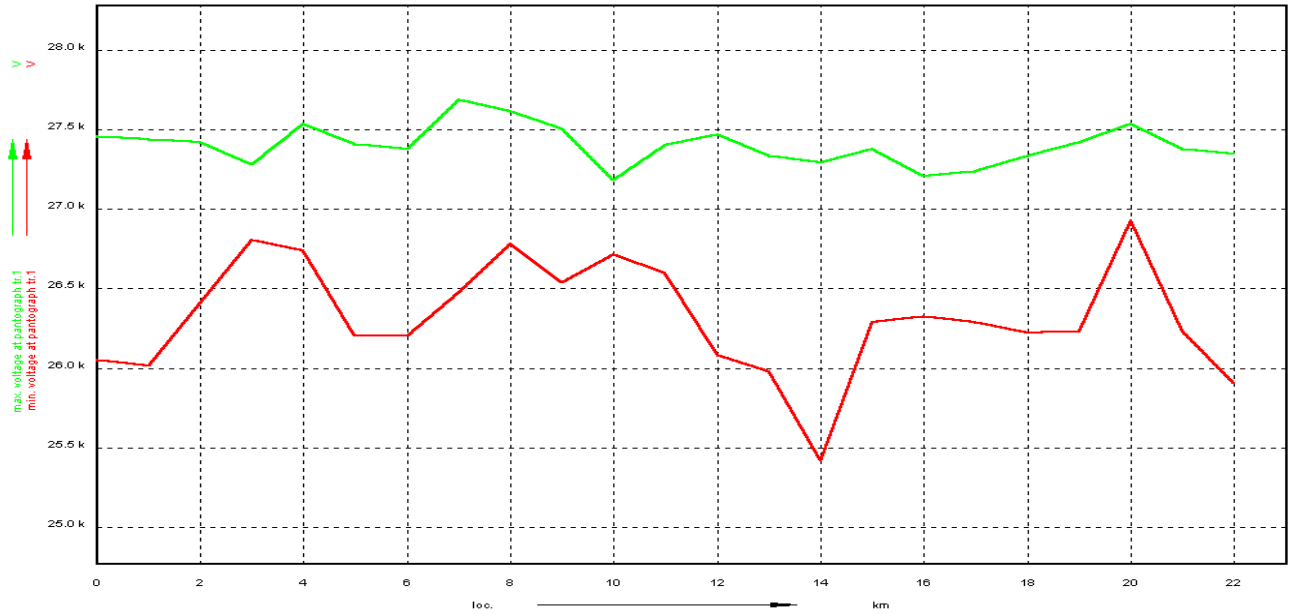


Слика 17 Напонски ниво деонице Суботица-Хоргош у нормалном режиму рада

Слика 18 Средњи корисни напон на воду Бешка-државна граница у нормалном режиму рада



Слика 19 Средњи корисни напон на воду Суботица-државна граница са Мађарском (Баја) у нормалном режиму рада



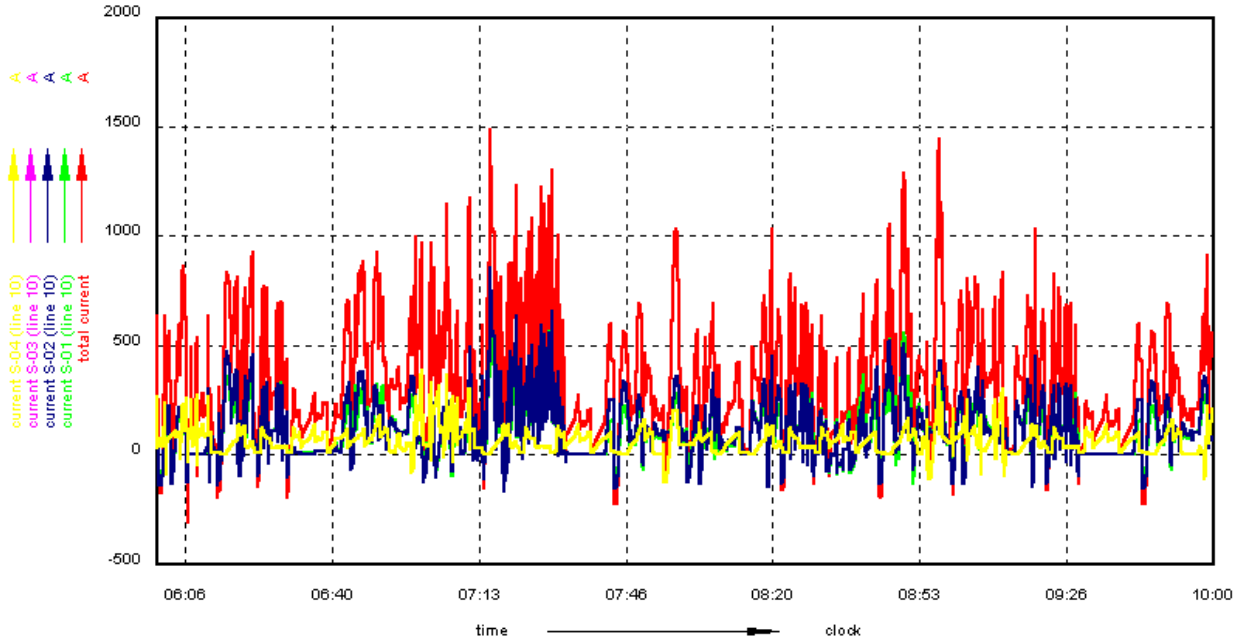
Слика 20 Средњи корисни напон на воду Суботица-Хоргош у нормалном режиму рада

Минимални напонски ниво дуж вода је у складу са стандардом EN 50163, минимална вредност је изнад 19,000 V.

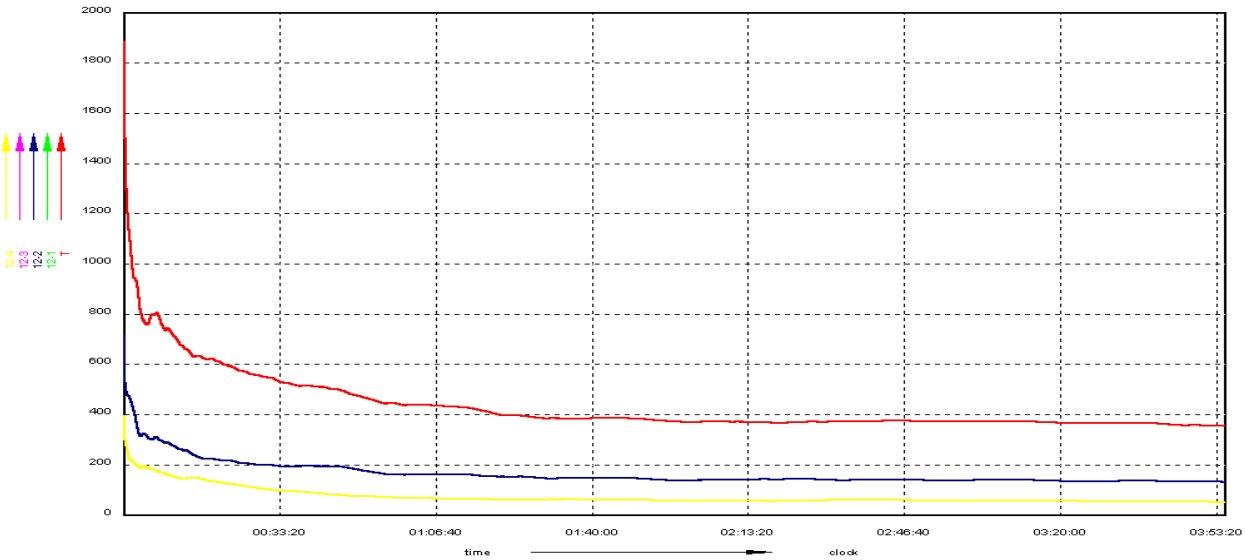
Минимални средњи корисни напон је у складу са стандардом EN 50388, минимална вредност је изнад 22,500 V.

5.1.3 Струја

1. Струја у изводима ЕВП Нови Сад



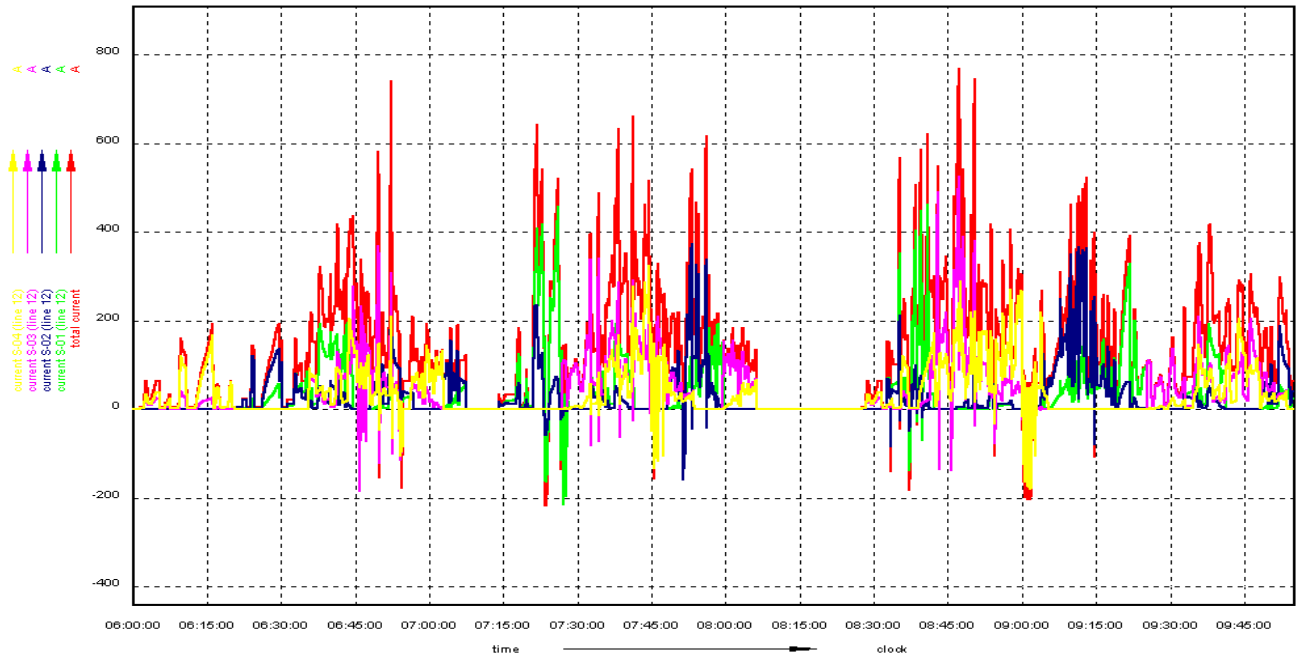
Слика 21 Ефективна струја извода ЕВП Нови Сад у нормалном режиму рада



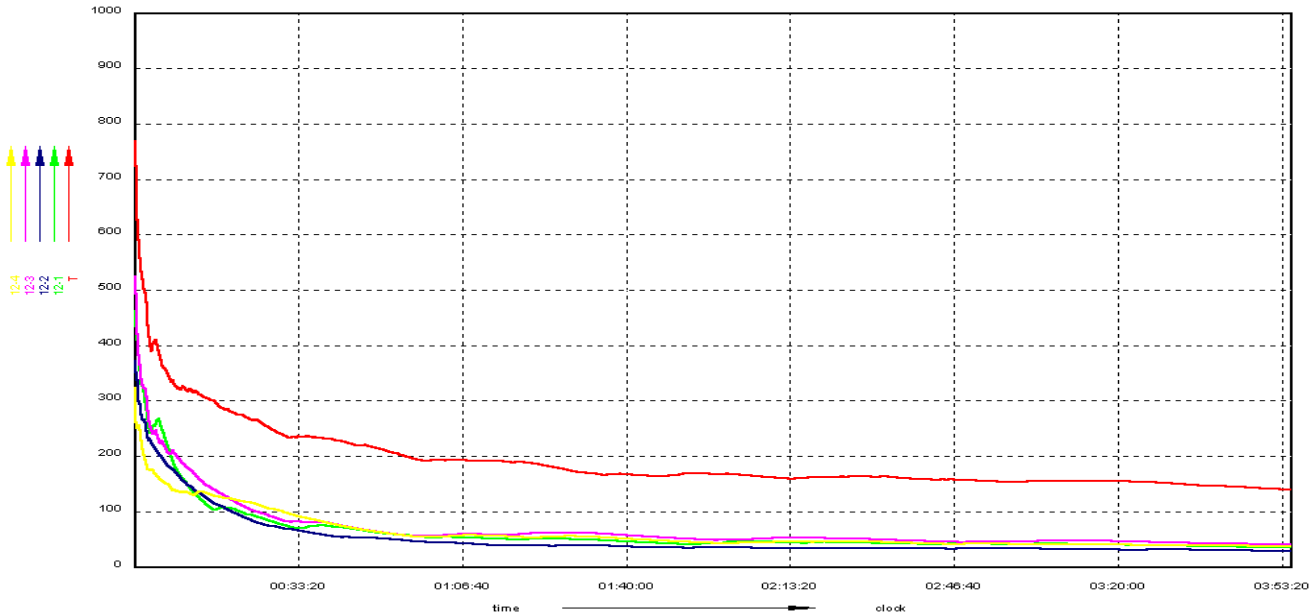
Слика 22 Ефективна струја извода ЕВП Нови Сад у нормалном режиму рада

Струја S-01 Бешка – Нови Сад леви колосек
Струја S-02 Бешка – Нови Сад десни колосек
Струја S-03 Нови Сад – Змајево леви колосек
Струја S-04 Нови Сад – Змајево десни колосек

2. Струја у изводима ЕВП Врбас



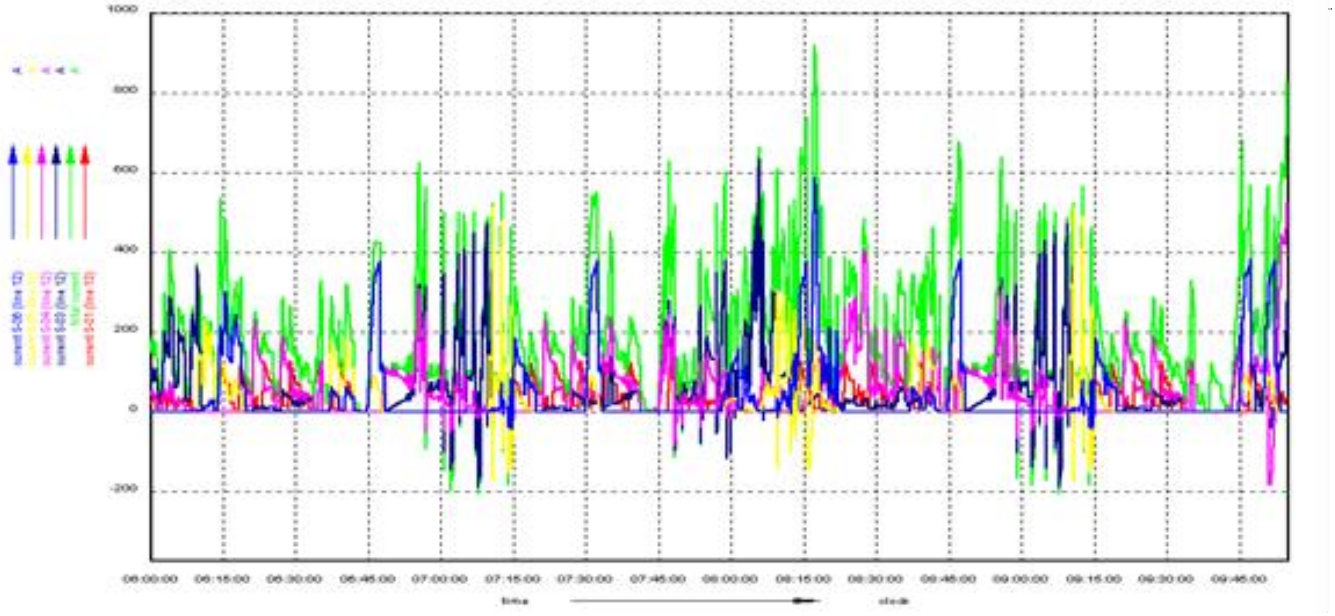
Слика 23 Ефективна струја извода ЕВП Врбас у нормалном режиму рада



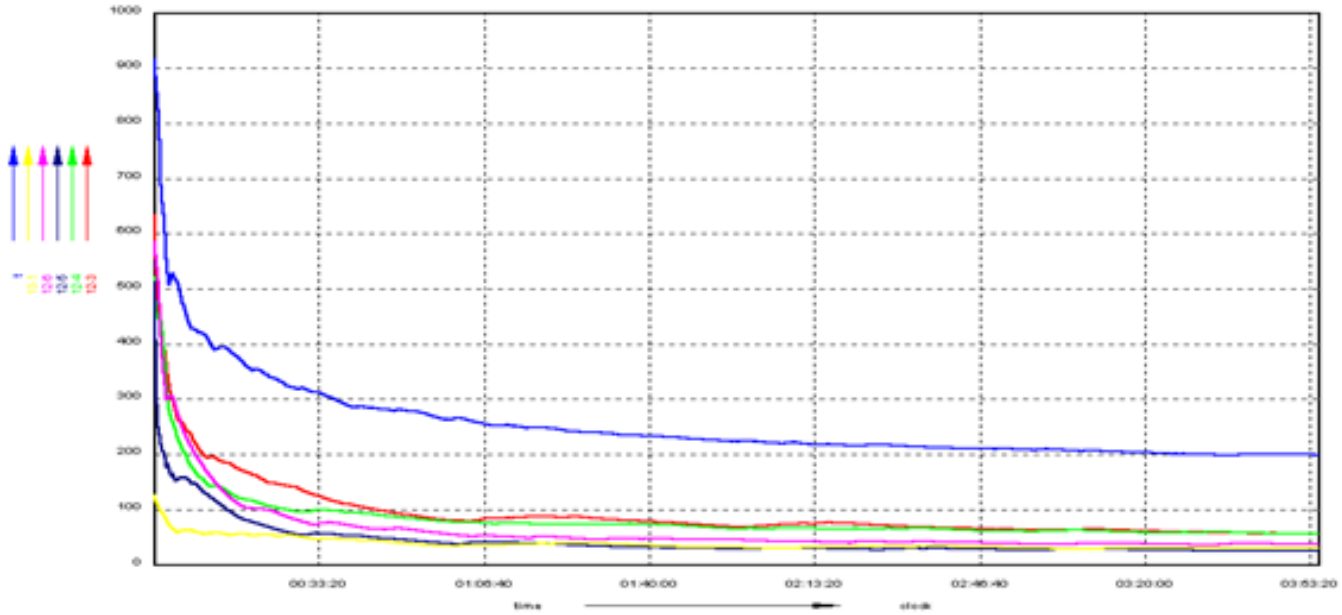
Слика 24 Ефективна струја извода ЕВП Врбас у нормалном режиму рада

Струја S-01 Змајево-Врбас леви колосек
Струја S-02 Змајево-Врбас десни колосек
Струја S-03 Врбас-Топола леви колосек
Струја S-04 Врбас-Топола десни колосек

3. Струја у изводима ЕВП Суботица



Слика 25 Ефективна струја извода ЕВП Суботица у нормалном режиму рада



Слика 26 Ефективна струја извода ЕВП Суботица у нормалном режиму рада

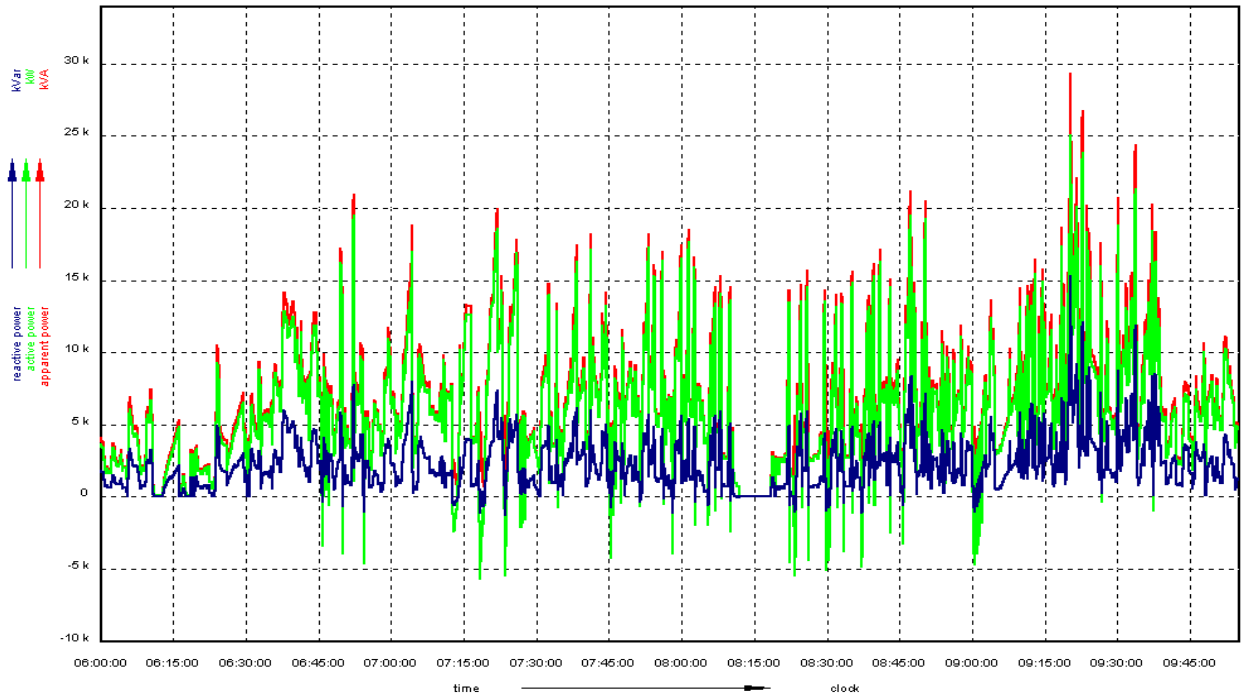
Струја 12-01 Топола - Суботица леви колосек
Струја 12-02 Топола - Суботица десни колосек
Струја 12-03 Суботица - граница леви колосек
Струја 12-04 Суботица - граница десни колосек
Струја 10-1 Суботица – Хоргош пруга

5.2 Резултати симулације вуче у режиму квара

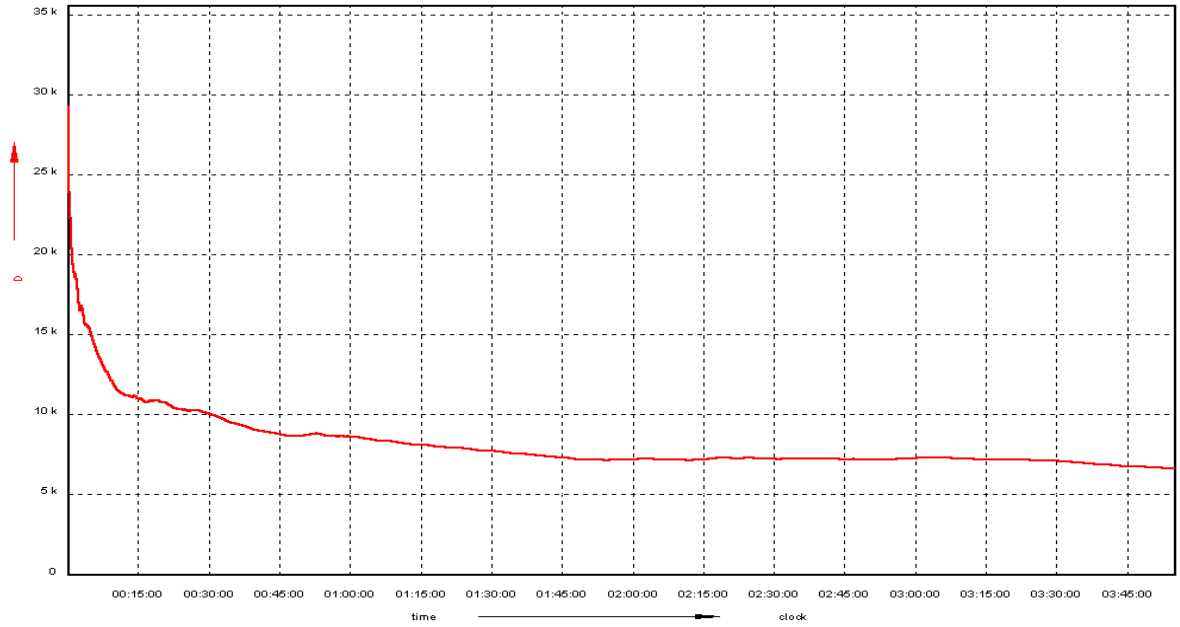
5.2.1 Квар на ЕВП Нови Сад

Кад је ЕВП Нови Сад у квару, деоница ПСН Бешка – Нови Сад се напаја из ЕВП Инђија, Нови Сад – ПСН Змајево се напаја из ЕВП Врбас. Симулација разматра деоницу од Новог Сада до ПСН Змајево:

1. Снага трансформатора ЕВП Врбас



Слика 27 Ефективне снаге трансформатора ЕВП Врбас при квару ЕВП Нови Сад



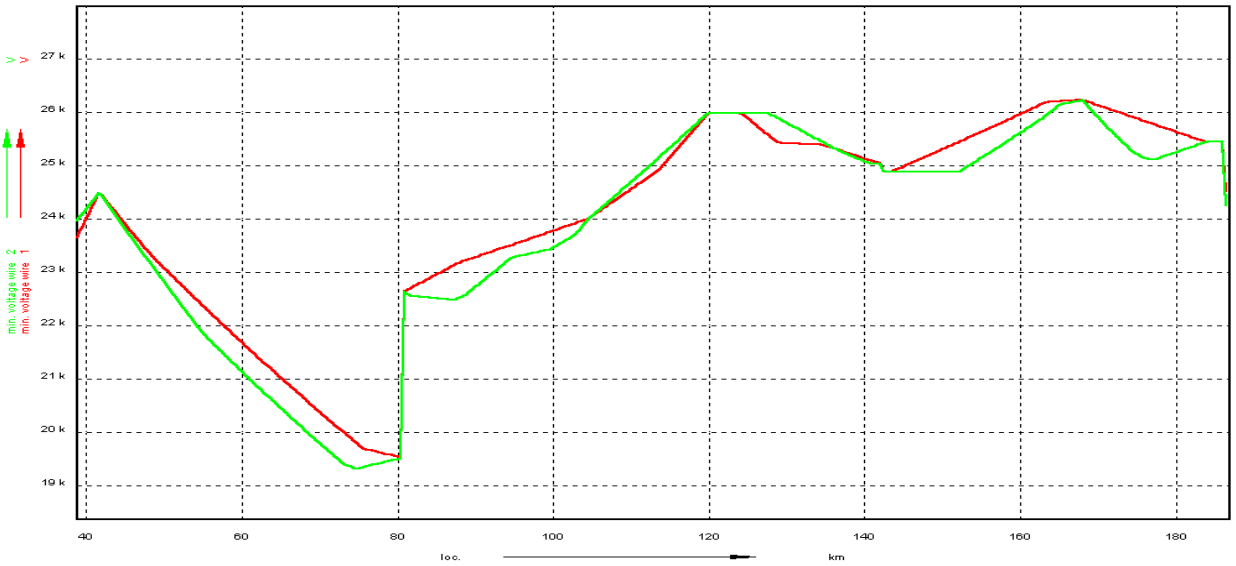
Слика 28 Привидна снага трансформатора ЕВП Врбас, кад је ЕВП Нови Сад у квару

Табела 2 Вредности снаге трансформатора за вучу добијене симулацијом, кад је ЕВП Нови Сад у квару

ЕВП	Вредност снаге трансформатора добијена симулацијом (MVA)		
	5 min	15 min	60 min

Врбас	15.5	11	9

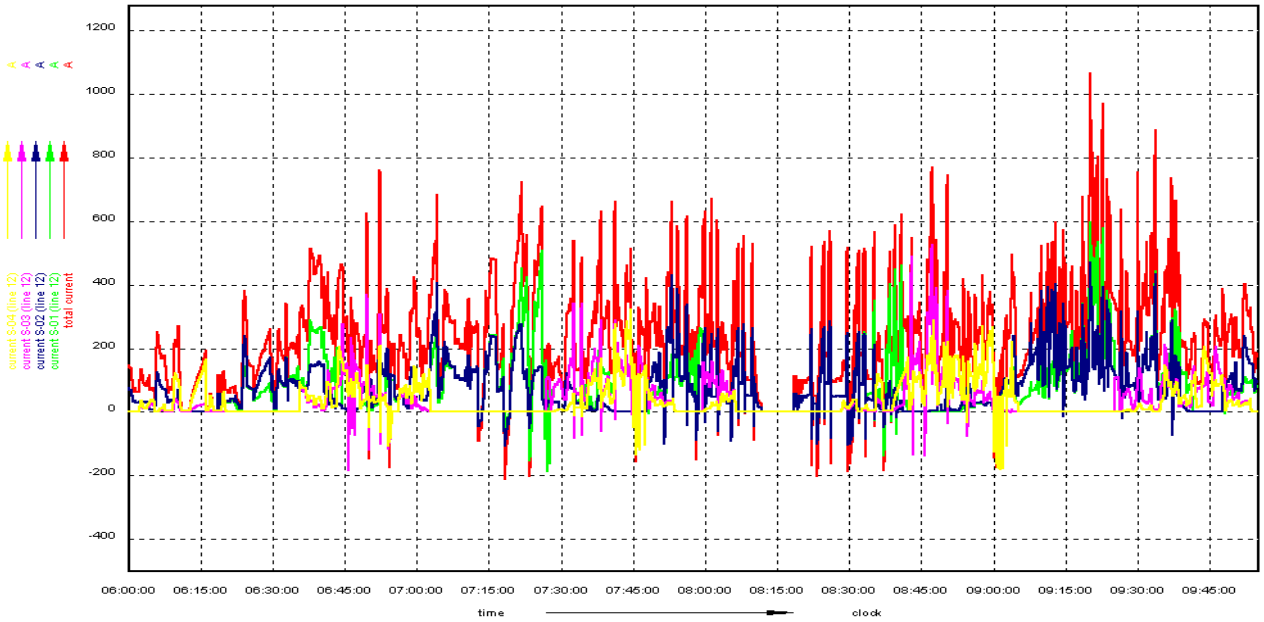
2. Напон контактне мреже



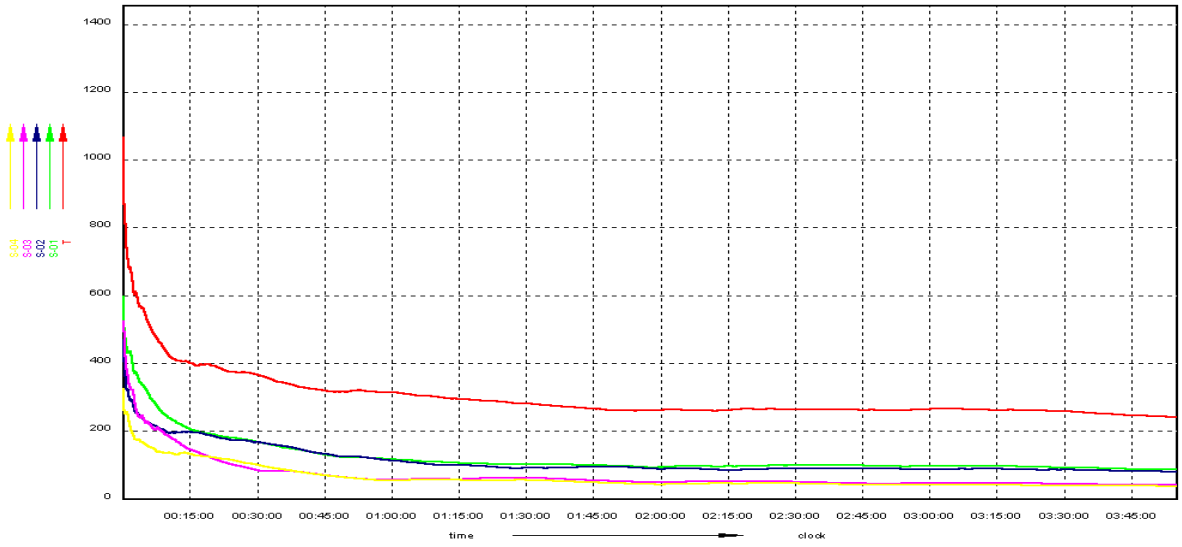
Слика 29 Напонски ниво на деоници Нови Сад-Врбас кад је ЕВП Нови Сад у квару

Минимални напонски ниво дуж вода је у складу са стандардом EN 50163, минимална вредност је изнад 19.000 V.

3. струја извода



Слика 30 Ефективна струја извода ЕВП Врбас кад је ЕВП Нови Сад у квару



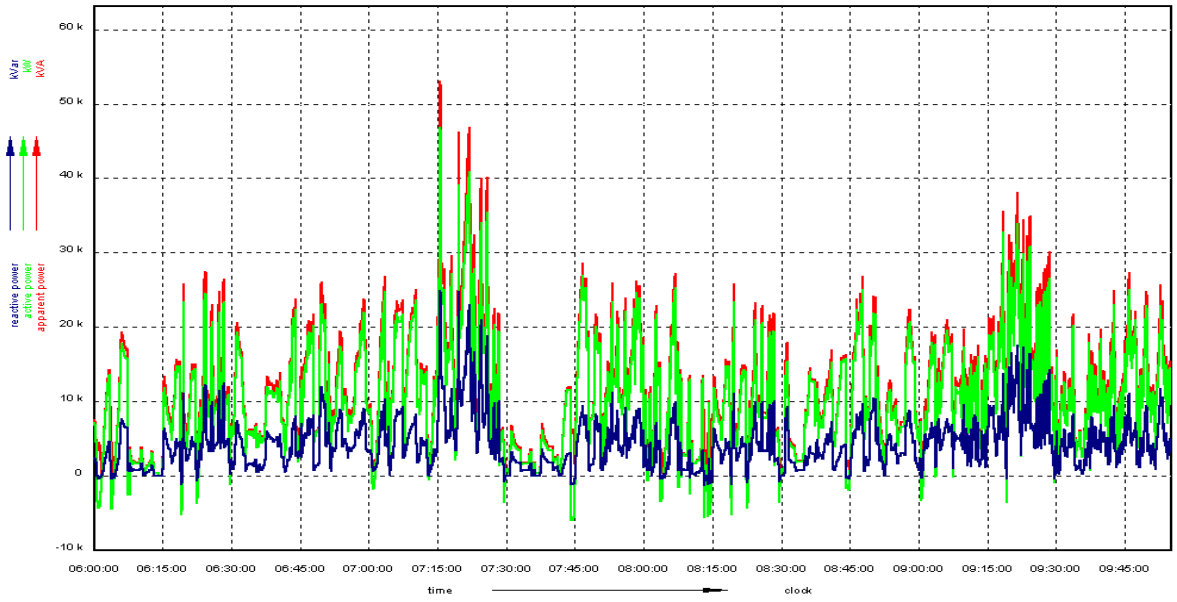
Слика 31 Средња вредност струја извода ЕВП Врбас кад је ЕВП Нови Сад у квару

Струја S-01 Змајево - Врбас леви колосек
Струја S-02 Змајево - Врбас десни колосек
Струја S-03 Врбас-Топола леви колосек
Струја S-04 Врбас-Топола десни колосек

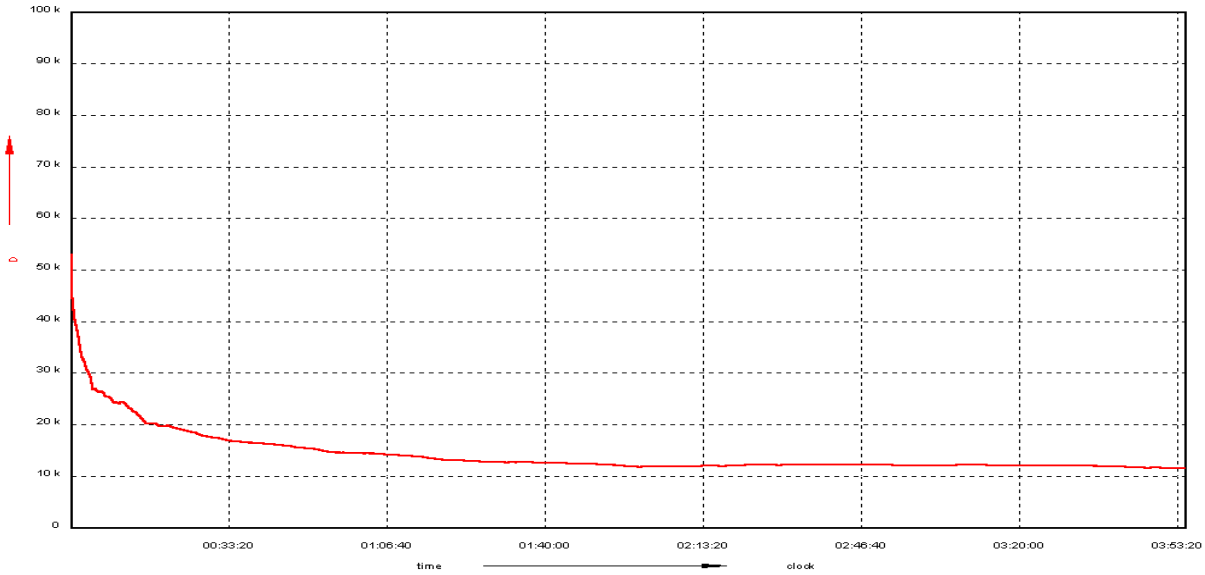
5.2.2 Квар на ЕВП Врбас

Кад је ЕВП Врбас у квару, деоница ПСН Змајево до ЕВП Врбас се напаја из ЕВП Нови Сад, а деоница од ЕВП-а Врбас до ПСН Топола се напаја из ЕВП Суботица.

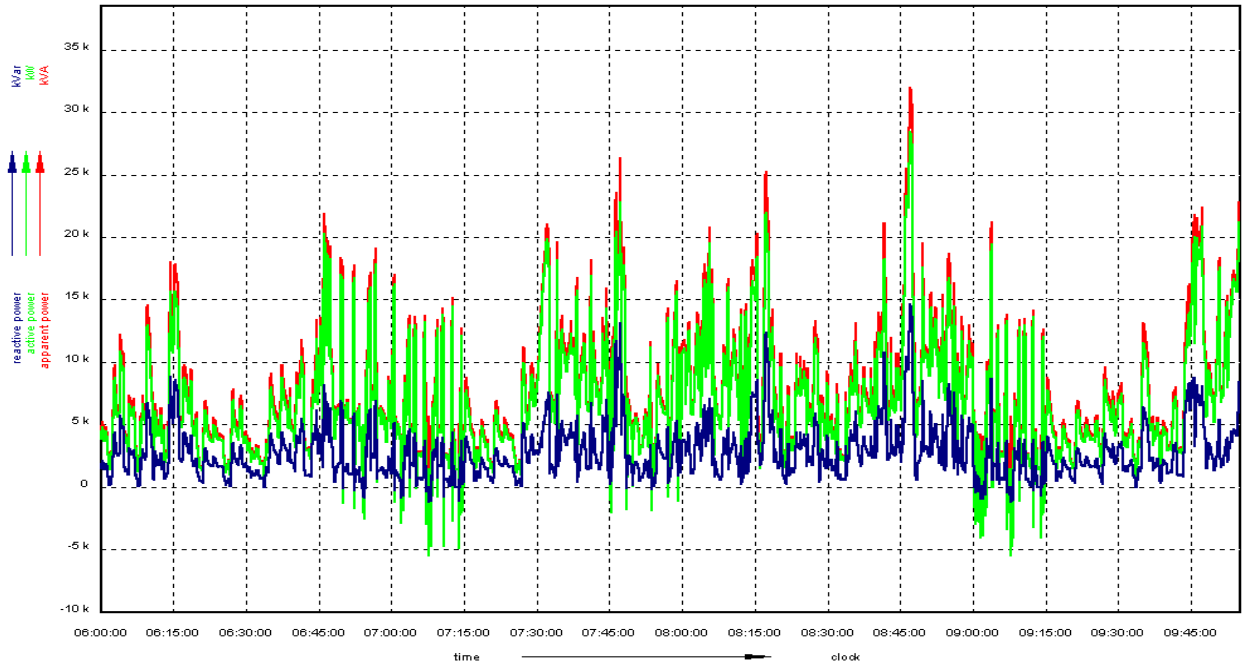
1. Снага трансформатора ЕВП Нови Сад



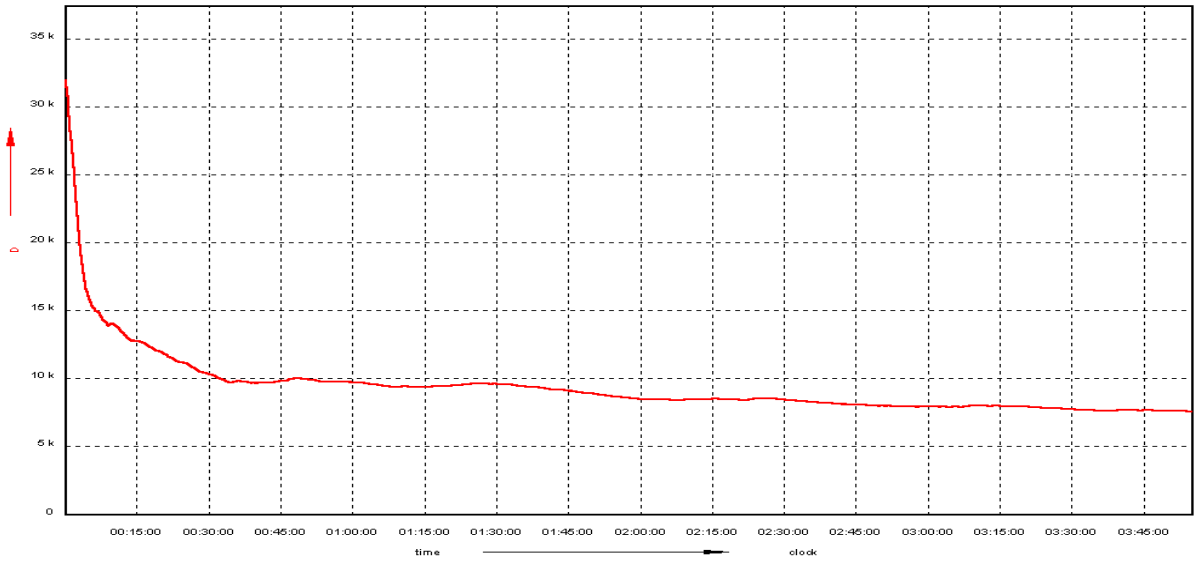
Слика 32 Ефективне снаге трансформатора ЕВП Нови Сад при кварy ЕВП Врбас



Слика 33 Привидна снага трансформатора ЕВП Нови Сад, кад је ЕВП Врбас у квару



Слика 34 Ефективне снаге трансформатора ЕВП Суботица при квару ЕВП Врбас

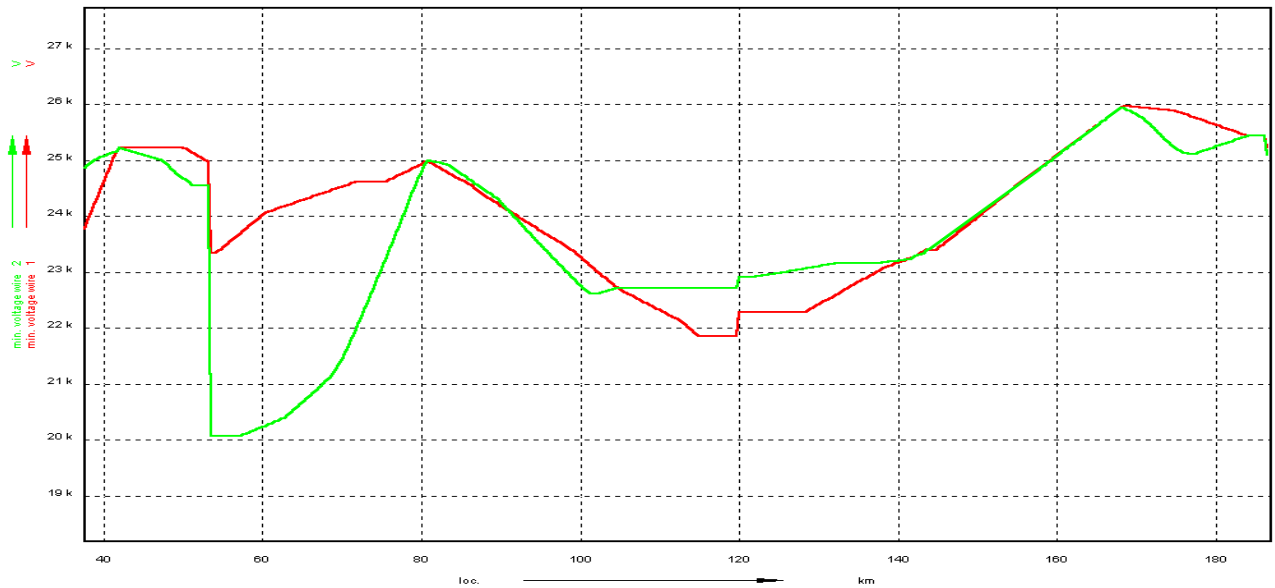


Слика 35 Привидна снага трансформатора ЕВП Суботица при кварy ЕВП Врбас

Табела 3 Вредности снаге трансформатора за вучу добијене симулацијом, кад је ЕВП Врбас у квару

ЕВП	Вредност снаге трансформатора добијена симулацијом (MVA)		
	5 min	15 min	60 min
Нови Сад	25	20	14.5
Суботица	16	12.7	9.7

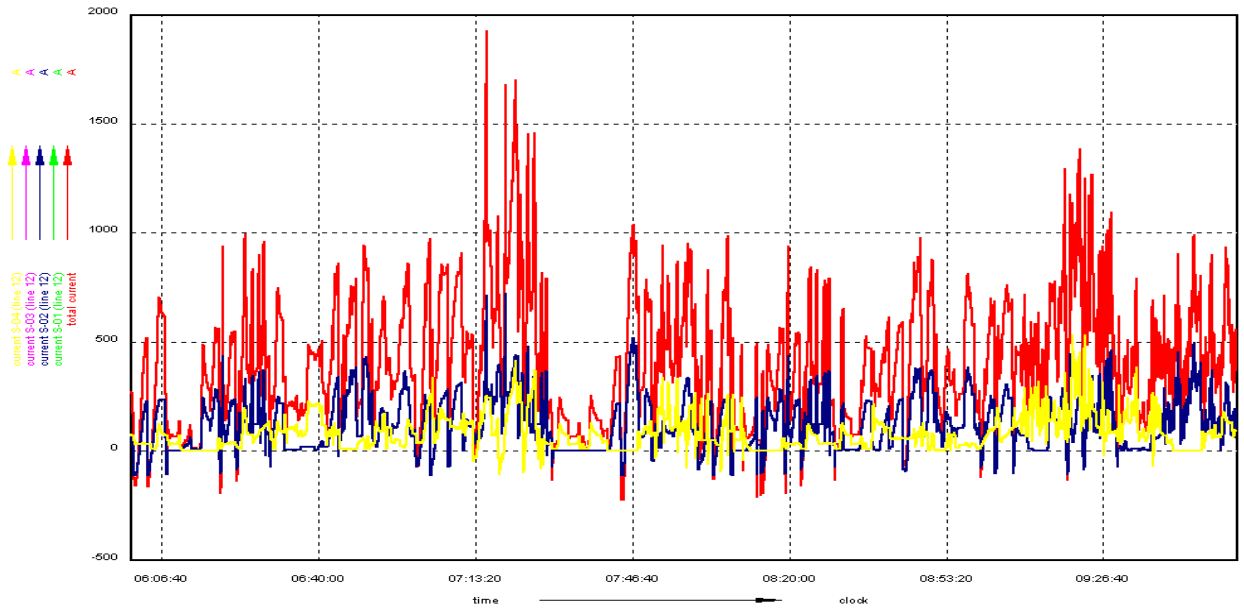
2. Напон контактне мреже



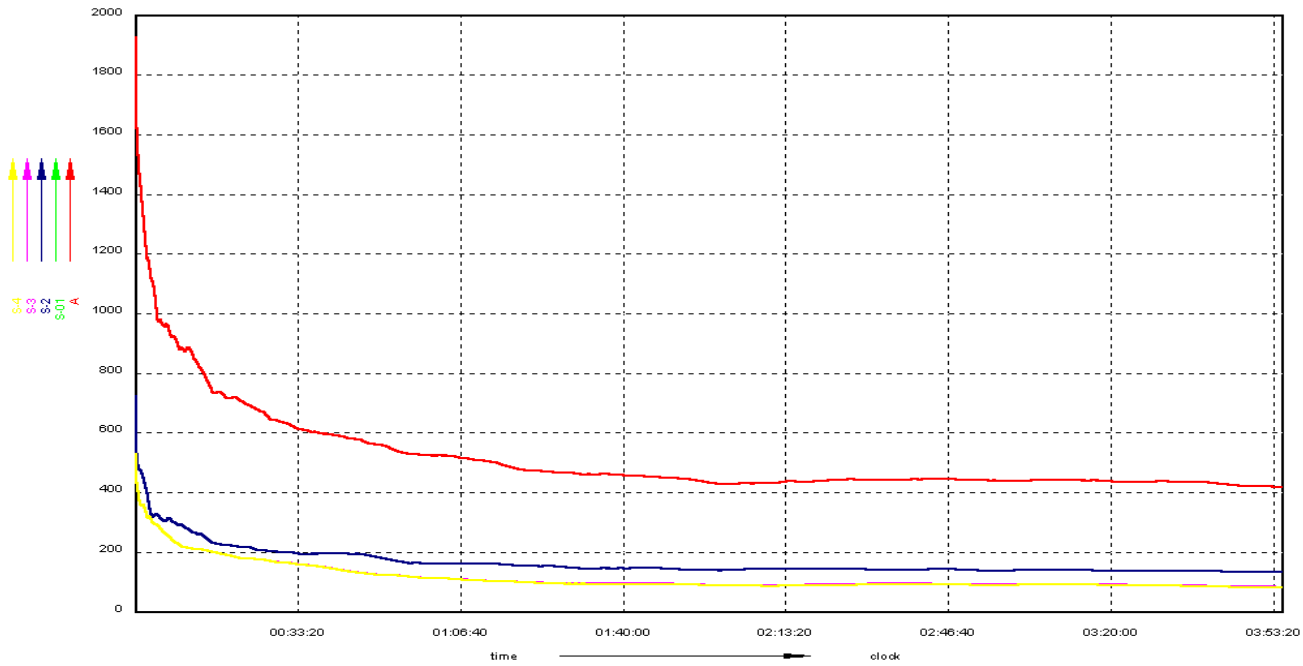
Слика 36 Напонски ниво на деоници Бешка-граница кад је ЕВП Врбас у квару

Минимални напонски ниво дуж вода је у складу са стандардом EN 50163, минимална вредност је изнад 19.000 V.

3. струја извода

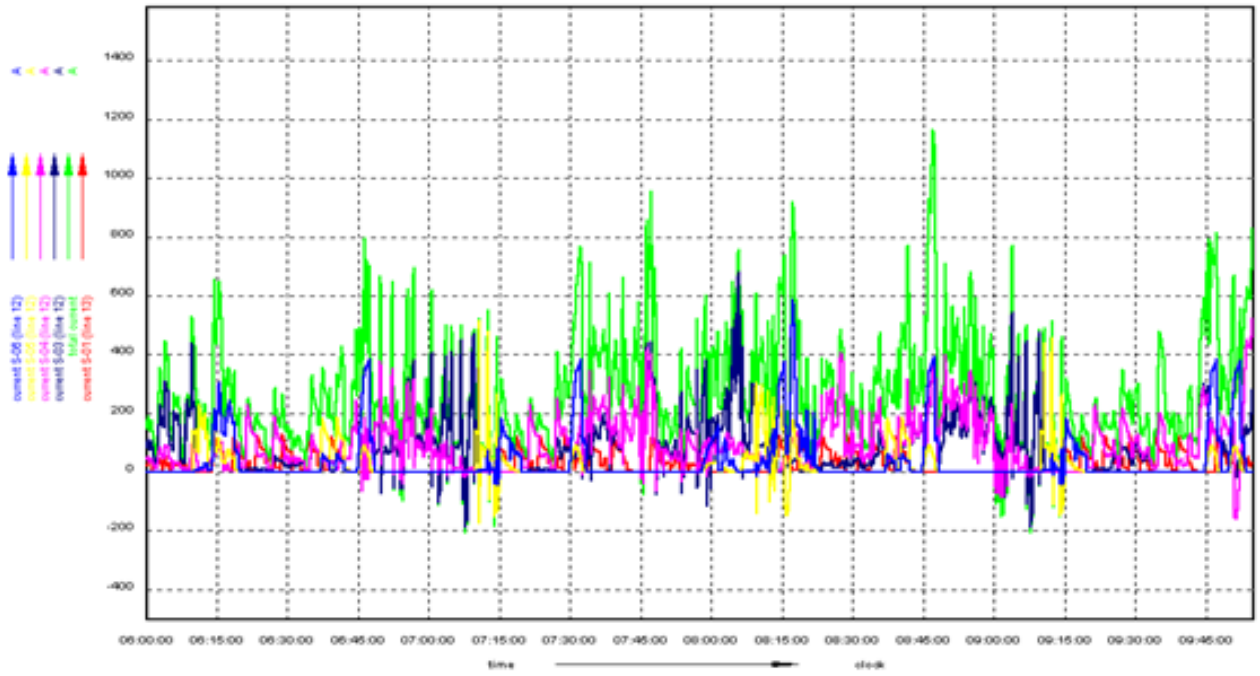


Слика 37 Ефективна струја извода ЕВП Нови Сад кад је ЕВП Врбас у квару

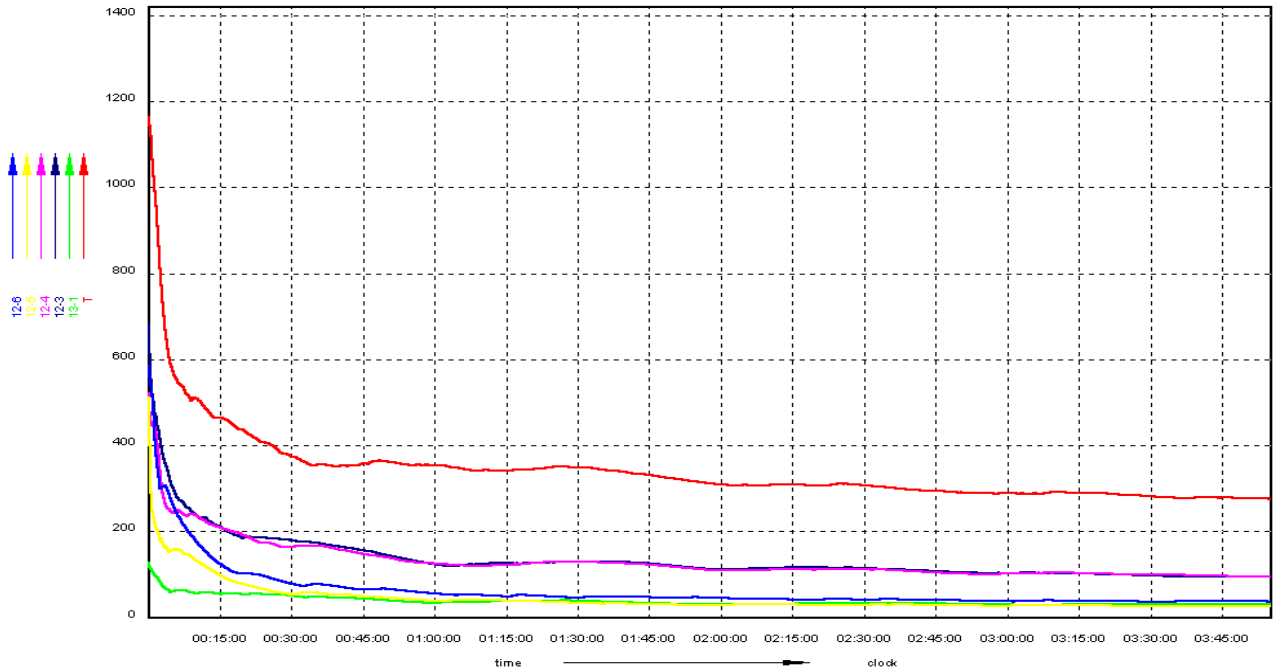


Слика 38 Средња вредност струја извода ЕВП Нови Сад кад је ЕВП Врбас у квару

Струја S-01 Бешка-Нови Сад леви колосек
Струја S-02 Бешка-Нови Сад десни колосек
Струја S-03 Нови Сад - Змајево леви колосек
Струја S-04 Нови Сад - Змајево граница десни колосек



Слика 39 Ефективна струја извода ЕВП Суботица кад је ЕВП Врбас у квару



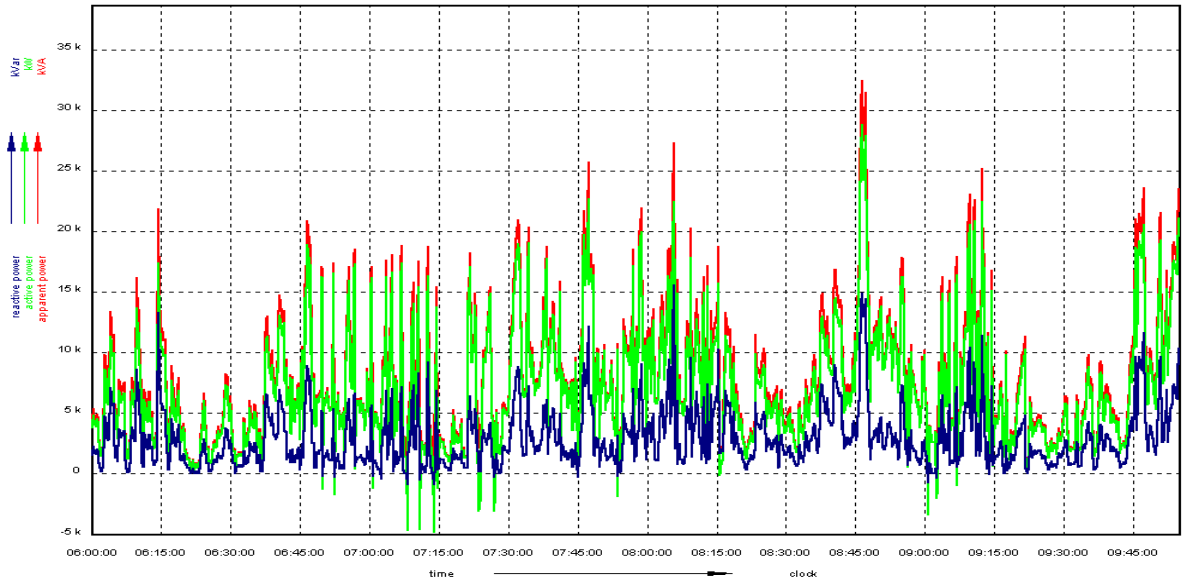
Слика 40 Средња вредност струја извода ЕВП Суботица кад је ЕВП Врбас у квару

Струја S-03 Бачка Топола - Суботица леви колосек
Струја S-04 Бачка Топола - Суботица десни колосек
Струја S-05 Суботица-државна граница леви колосек
Струја S-06 Суботица-државна граница десни колосек
Струја S-01 Суботица-Хоргош

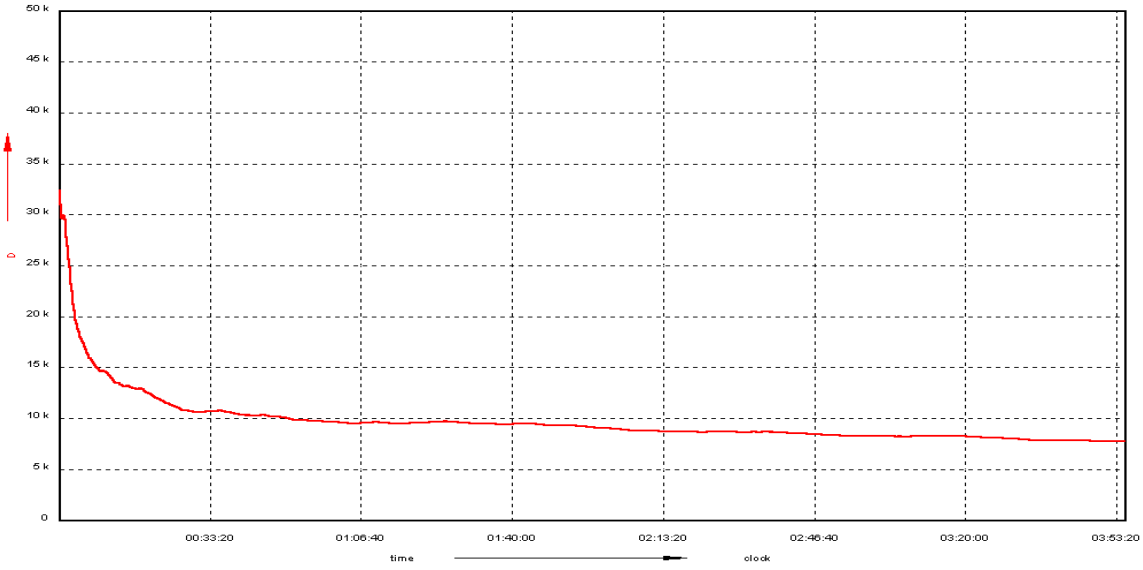
5.2.3 Квар на ЕВП Суботица

Кад је ЕВП Суботица у кварy, деоница од ПСН Бачка Топола до ПСН граница, Суботица – државна граница са Мађарском (Баја) и Суботица – Хоргош (државна граница), напајају се из ЕВП Врбас. При симулацији изведеној према реду вожње, у 8:15 саобраћање воза близу Суботице биће онемогућено због преniског напона. Према реду вожње, види се да у том моменту постоје возови за Бају и Хоргош, што чини оптерећење превеликим. Померањем времена саобраћаја возова Суботица – државна граница са Мађарском (Баја) и Суботица – Хоргош (државна граница) на 8:35, омогућиће се нормалан саобраћај возова. Након наведене измене реда вожње, резултати симулације су:

1. Снага трансформатора ЕВП Нови Сад



Слика 41 Ефективне снаге трансформатора ЕВП Врбас при кварy ЕВП Суботица

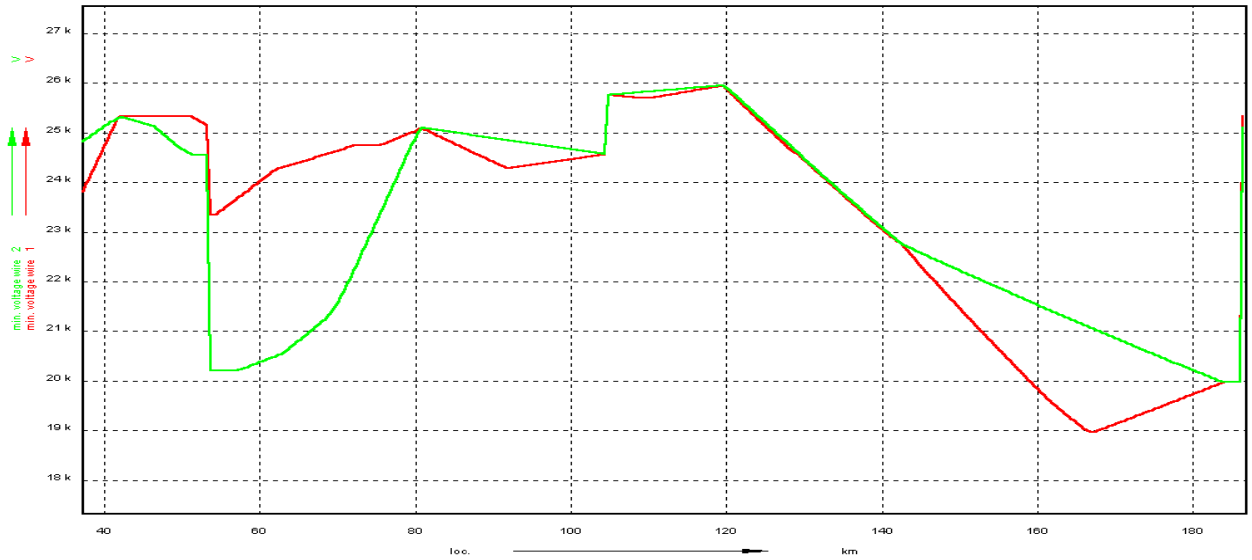


Слика 42 Привидна снага трансформатора ЕВП Врбас при кварy ЕВП Суботица

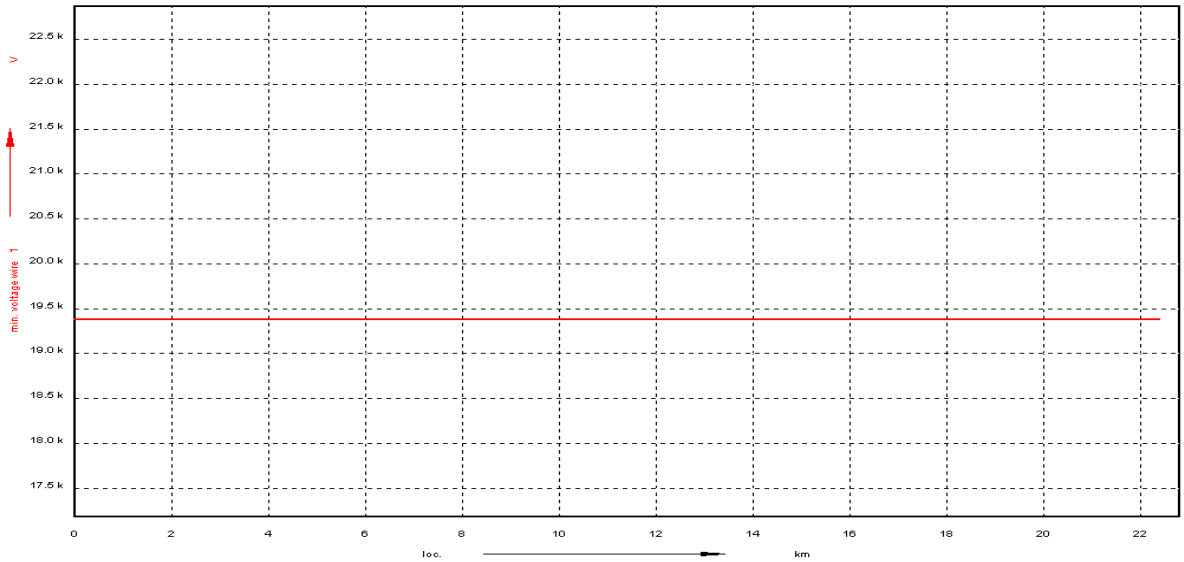
Табела 4 Вредности снаге трансформатора за вучу добијене симулацијом, кад је ЕВП Суботица у кварy

ЕВП	Вредност снаге трансформатора добијена симулацијом (MVA)		
	5 min	15 min	60 min
Врбас	18	13.5	10.0

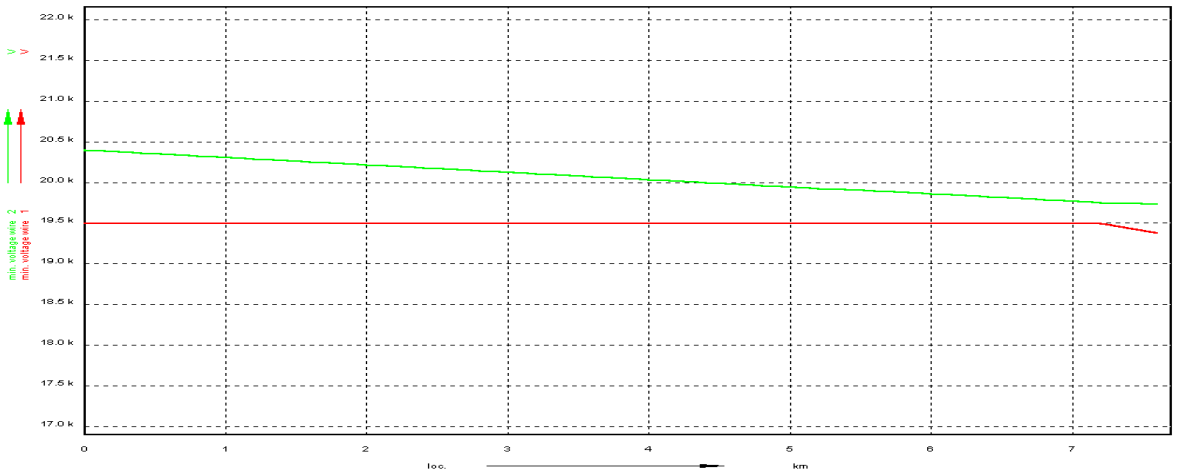
2. Напон контактне мреже



Слика 43 Напонски ниво на деоници Врбас-граница кад је ЕВП Суботица у квару



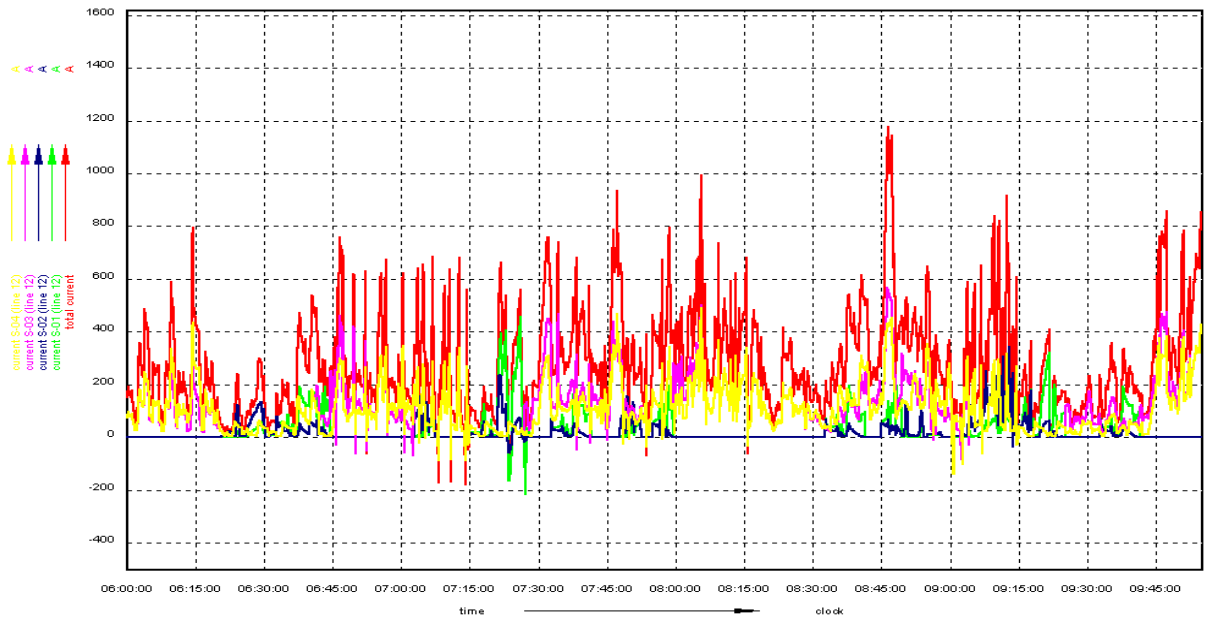
Слика 44 Напонски ниво на деоници Суботица-Хоргош када је ЕВП Суботица у квару



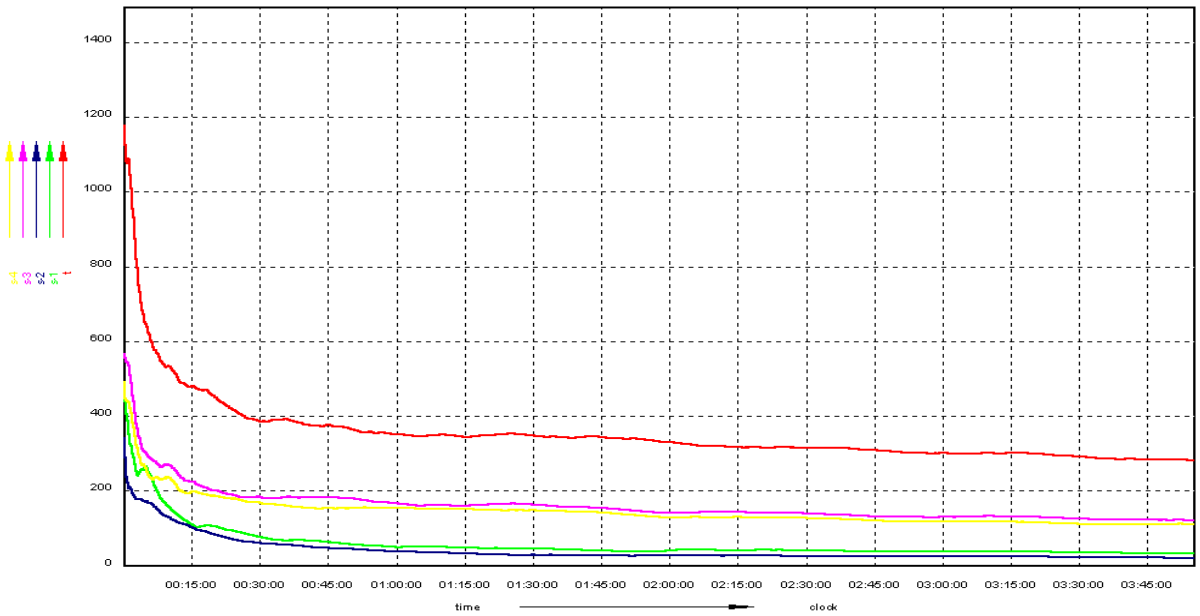
Слика 45 Напонски ниво на деоници Суботица-државна граница са Мађарском (Баја) кад је ЕВП Суботица у квару

По смањењу оптерећења, минимални напонски ниво дуж вода је у складу са стандардом EN 50163, минимална вредност је изнад 19.000 V.

3. струје извода



Слика 46 Ефективна струја извода ЕВП Врбас кад је ЕВП Суботица у квару



Слика 47 Средња вредност струја извода ЕВП Врбас кад је ЕВП Суботица у квару

Струја S-01 Змајево-Врбас леви колосек
Струја S-02 Змајево-Врбас десни колосек
Струја S-03 Врбас-Бачка Топола леви колосек
Струја S-04 Врбас- Бачка Топола десни колосек

6. Закључак

Према резултатима симулације вуче у нормалном режиму рада, укључујући и напајање пруга Суботица-граница са Мађарском (Баја) и Суботица – Хоргош (граница), напонски нивои у сваком од сценарија испуњавају захтеве. Минимални напонски ниво дуж деонице за сваки сценарио је у складу са стандардима EN 50163 и EN 50388.

При паралелном раду трансформатора за вучу, за ЕВП Нови Сад, ЕВП Врбас и ЕВП Суботица усваја se 2×10 MVA, што испуњава захтеве у нормалном режиму рада.

Кад је ЕВП Нови Сад у квару, према постојећем алтернативном режиму рада, ЕВП Врбас може да задовољи потребе за напајањем електричном енергијом.

Кад је ЕВП Врбас у квару, према постојећем алтернативном режиму рада, деоница од ПСН Змајево до ЕВП Врбас напаја се из ЕВП Нови Сад, а деоница од ЕВП Врбас до ПСН Топола се напаја из ЕВП Суботица. ЕВП Нови Сад и ЕВП Суботица могу да задовоље потребе за напајањем електричном енергијом.

Кад је ЕВП Суботица у квару, према постојећем режиму рада, деоница од ПСН Бачка Топола до државне границе, Суботица-граница са Мађарском (Баја) и Суботица – Хоргош (граница), напаја се из ЕВП Врбас. При предложеном реду вожње, због истовременог великог броја возова у близини Суботице, долази до смањења напона испод дозвољеног нивоа. Након измене реда вожње за Бају и Хоргош на начин приказан у прорачуну, релевантни захтеви везани за напајање су испуњени.

Одговорни пројектант,

МИЛАН В. МУЖДАЛО,
дипл.инж.ел.

4/1.1.0.6.2. Прорачун узајамног дејства возног вода и пантографа

1. Увод

У овом прорачуну извршена је динамичка симулација узајамног дејства возног вода и пантографа, како би се проверило предложено техничко решење контактне мреже за брзине од 200km/h. Симулација је урађена од стране фирме CRDC из Кине, уз помоћ програма намењеног у ту сврху под називом CATMOS.

У првом делу прорачуна, урађен је прорачун за растојање између два пантографа од 200m.

У другом делу прорачуна, према накнадном захтеву Инвеститора, извршена је провера да ли усвојени параметри контактне мреже задовољавају за случај растојања између два пантографа од 85m. Прорачунима је показано да усвојени параметри возног вода не испуњавају услове за примену два пантографа на међусобној удаљености од 85m.

I Међусобна удаљеност два пантографа од 200m

2. Улазни подаци за симулацију

Случај 1：160km/h；BZII-70+RiS-100， 10kN +10kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10
Случај 2：180km/h；BZII-70+RiS-100， 10kN +10kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10
Случај 3：180km/h；BZII-70+RiS-100， 12kN +10kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10
Случај 4：200km/h；BZII-70+RiS-100， 10kN +10kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10
Случај 5：200km/h；BZII-70+RiS-100， 12kN +10kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10
Случај 6：200km/h；BZII-70+RiS-100， 15kN +12kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10
Случај 7：200km/h；BZII-70+RiS-100， 15kN +12kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10；3-распонски преклоп
Случај 8：200km/h；BZII-70+RiS-100， 15kN +12kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10；4-распонски преклоп

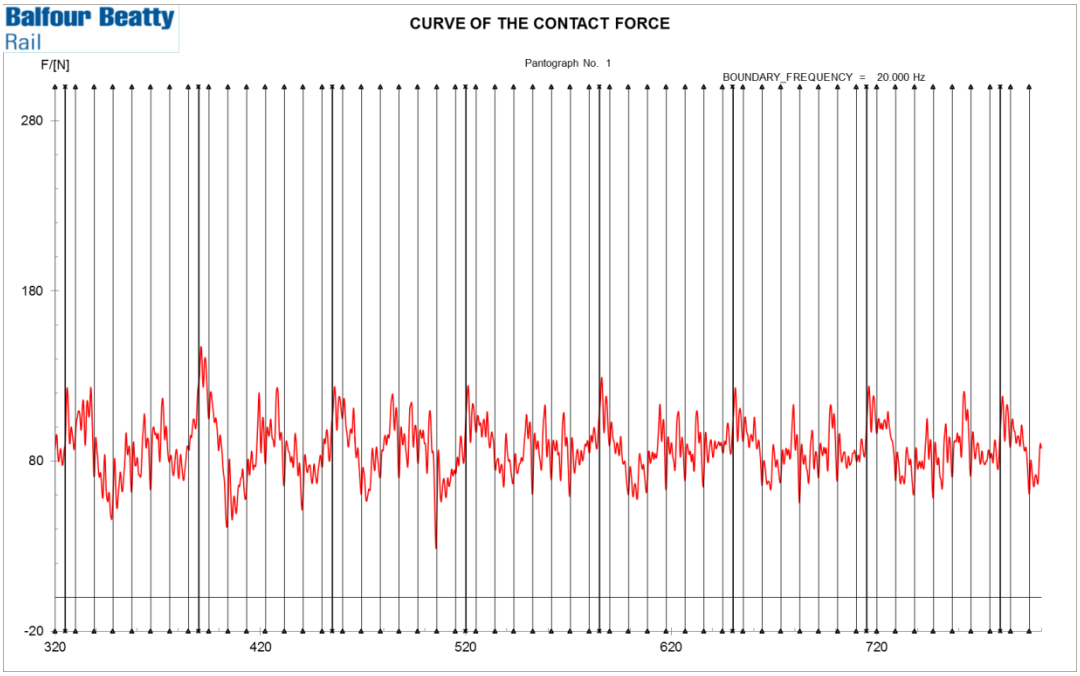
3. Резултати симулације и одређивање испуњености критеријума

Усвојени критеријуми према којима се врши провера су одређени према EN50367 и EN50119, као и према TSI подсистем енергетика.
Средња вредност силе притиска, стандардна девијација силе притиска, максимална сила притиска, минимална сила притиска, издизање и губитак контакта су елементи према којима се врши одређивање испуњености критеријума.
У складу са резултатима прорачима, у пројекту су изабране одговарајуће затезне силе и врста преклопа.

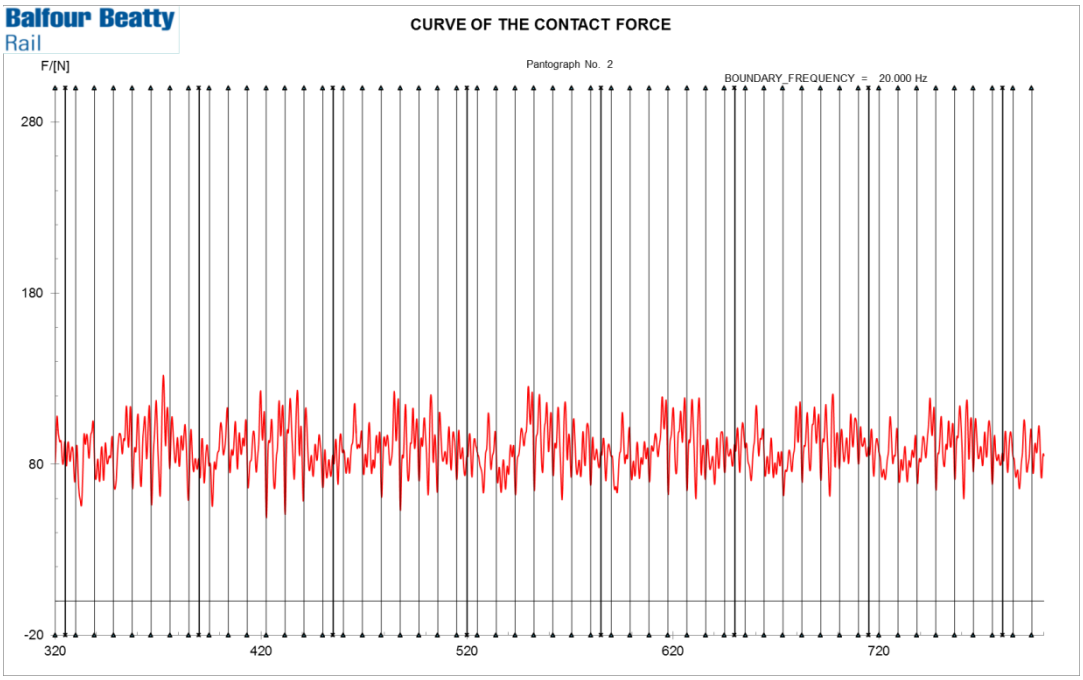
Случај 1： 160km/h； BZII-70+RiS-100， 10kN +10kN ； ”Y” уже BZII-25， 2.3kN；Вешаљка BZII-10

Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	72.1～102.1	87.063	да	88.6	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	15.465	да	12.787	да
Максимална сила притиска (N)	300	147.251	да	132.039	да
Минимална сила притиска (N)	0	28.774	да	48.788	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	107.4	да	98.1	да
Губитак контакта (%)	≤0.1	0	да	0	да

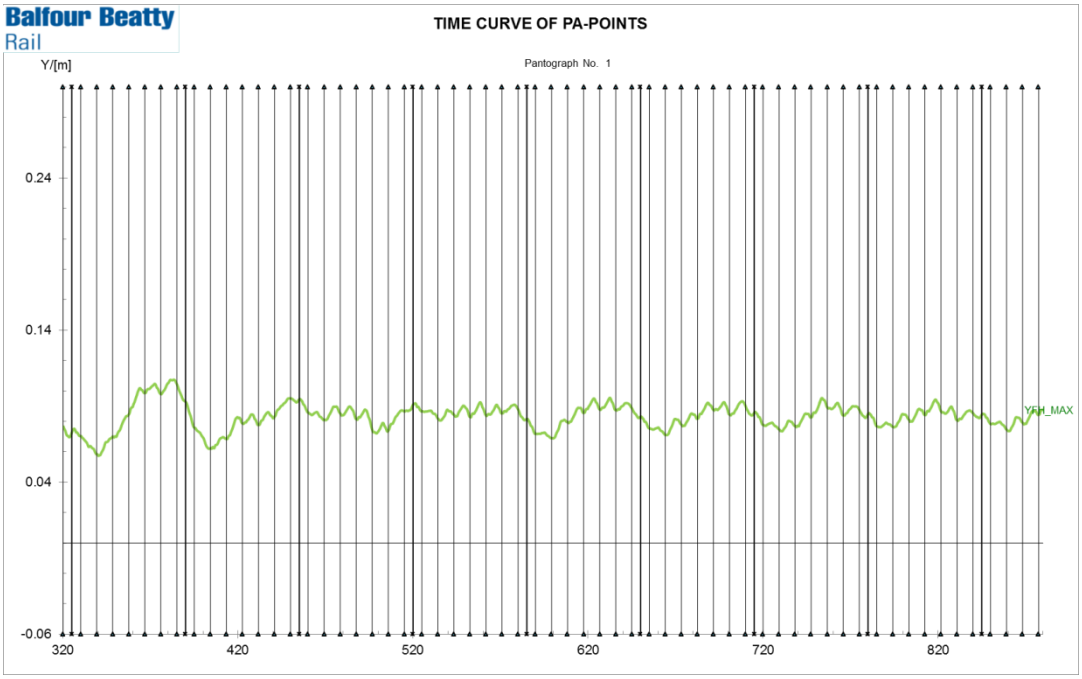
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



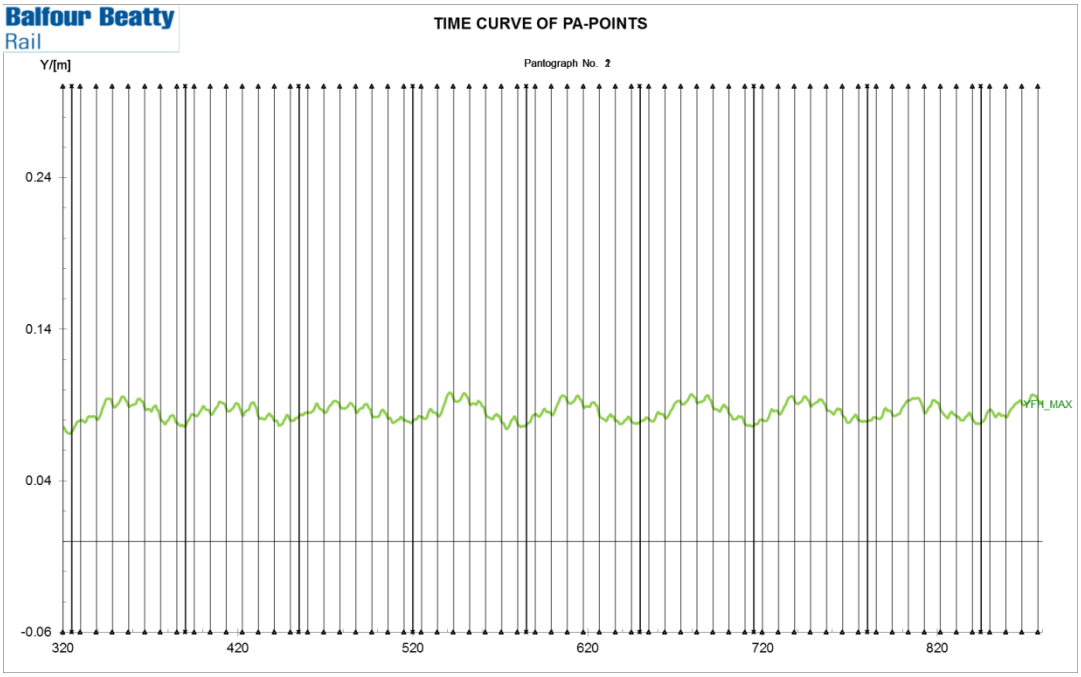
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1



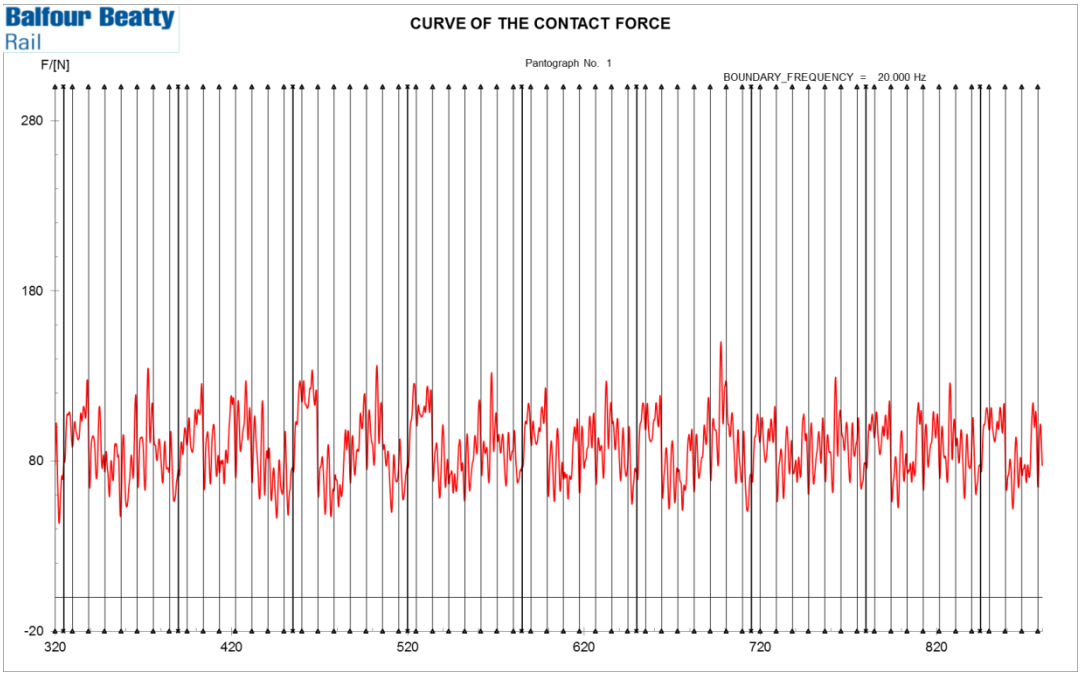
Слика 4: Издизање пантографа 2



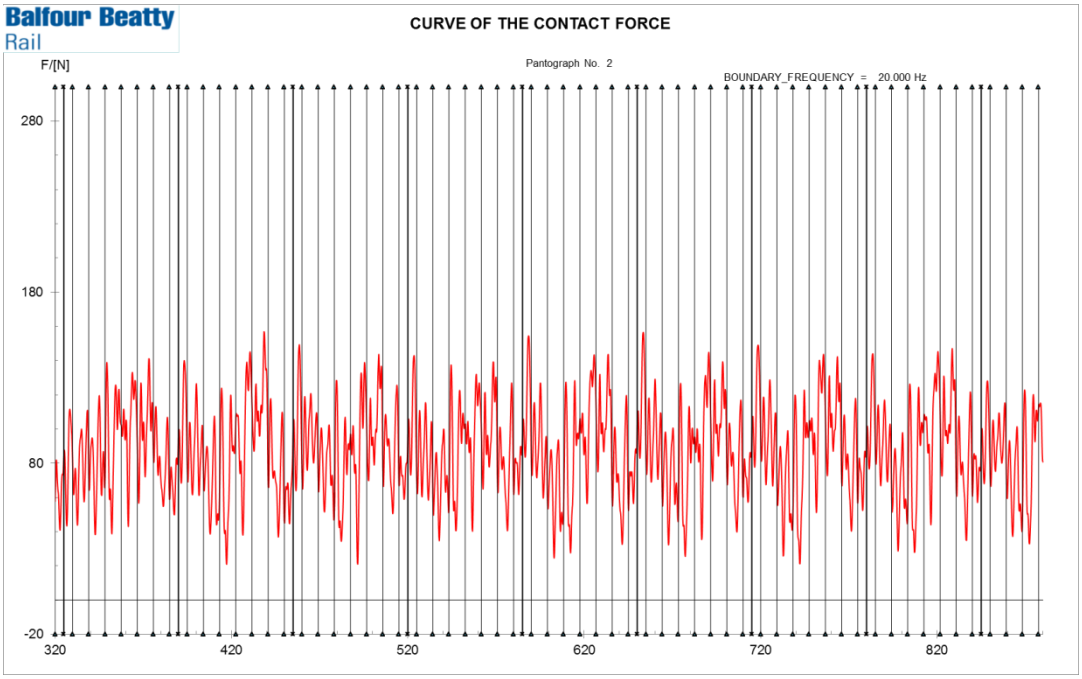
Случај 2： 180km/h； BZII-70+RiS-100， 10kN +10kN ； ”Y” уже BZII-25， 2.3kN； Вешаљка BZII-10

Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	75.3～105.3	87.308	да	87.997	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	17.616	да	26.472	не
Максимална сила притиска (N)	300	149.86	да	157.745	да
Минимална сила притиска (N)	0	43.887	да	20.809	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	104	да	116.7	да
Губитак контакта (%)	≤0.1	0	да	0	да

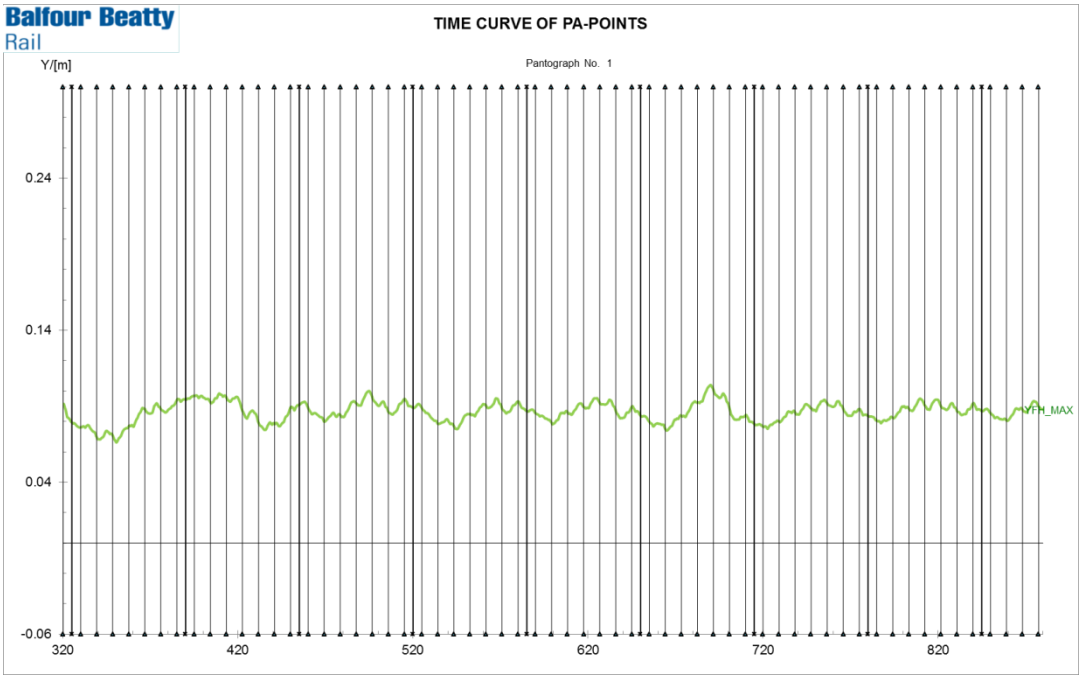
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



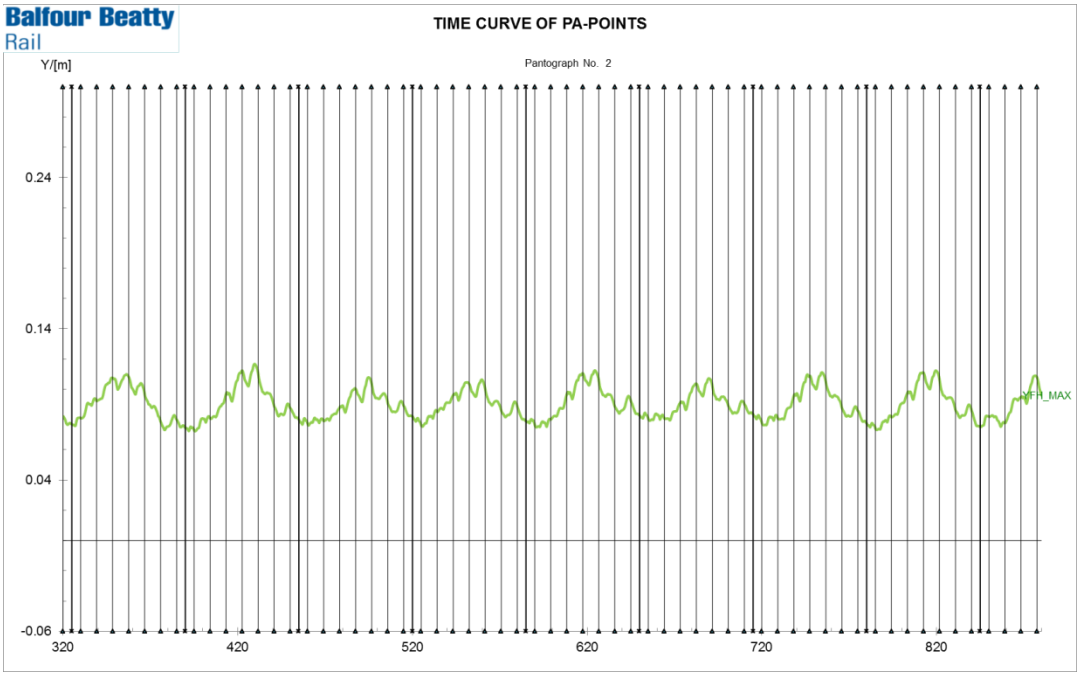
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1



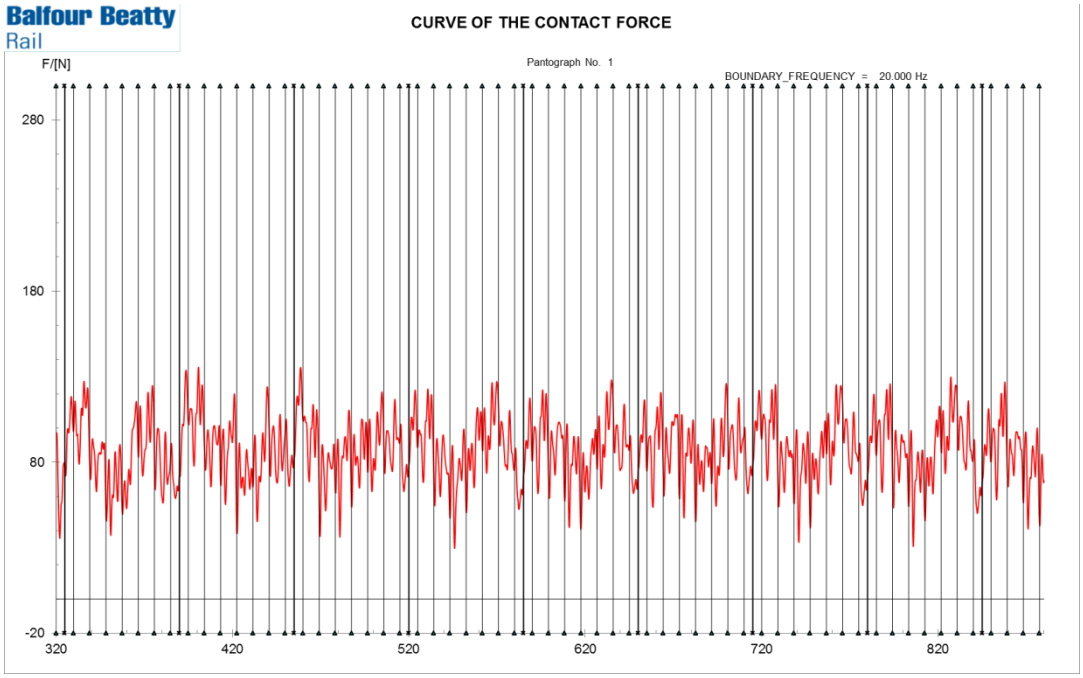
Слика 4: Издизање пантографа 2



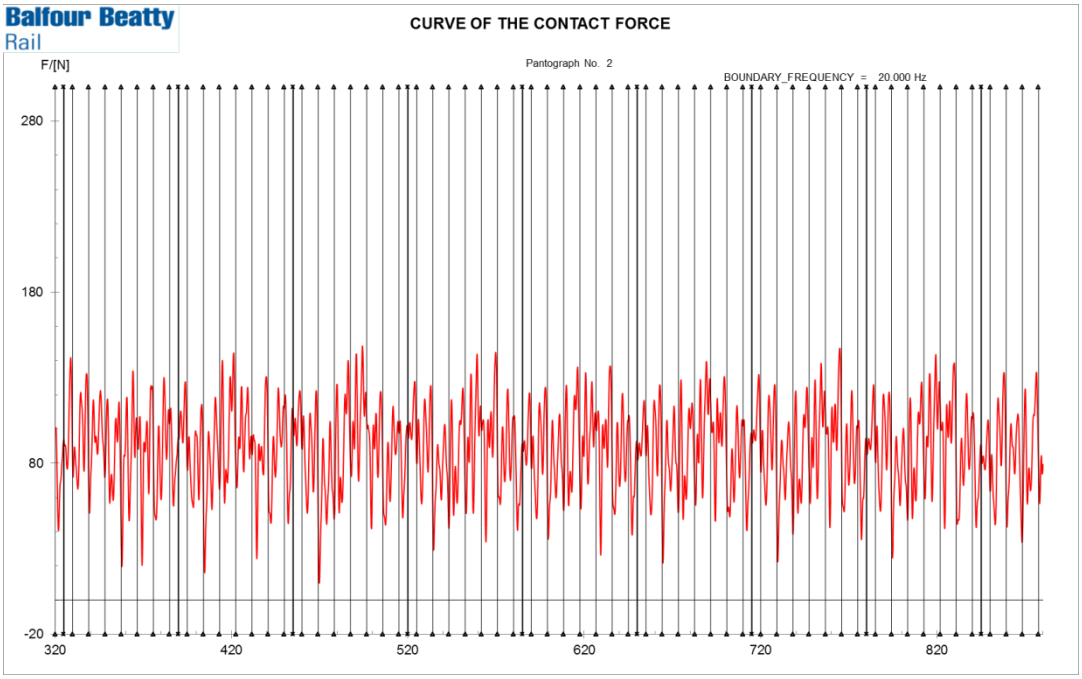
Случај 3：180km/h；BZII-70+RiS-100， 12kN +10kN；”Y” уже BZII-25，2.3kN；Вешаљка BZII-10

Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	75.3～105.3	87.208	да	88.191	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	18.342	да	24.098	да
Максимална сила притиска (N)	300	135.525	да	148.649	да
Минимална сила притиска (N)	0	29.754	да	9.195	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	94.8	да	98.4	да
Губитак контакта (%)	≤0.1	0	да	0	да

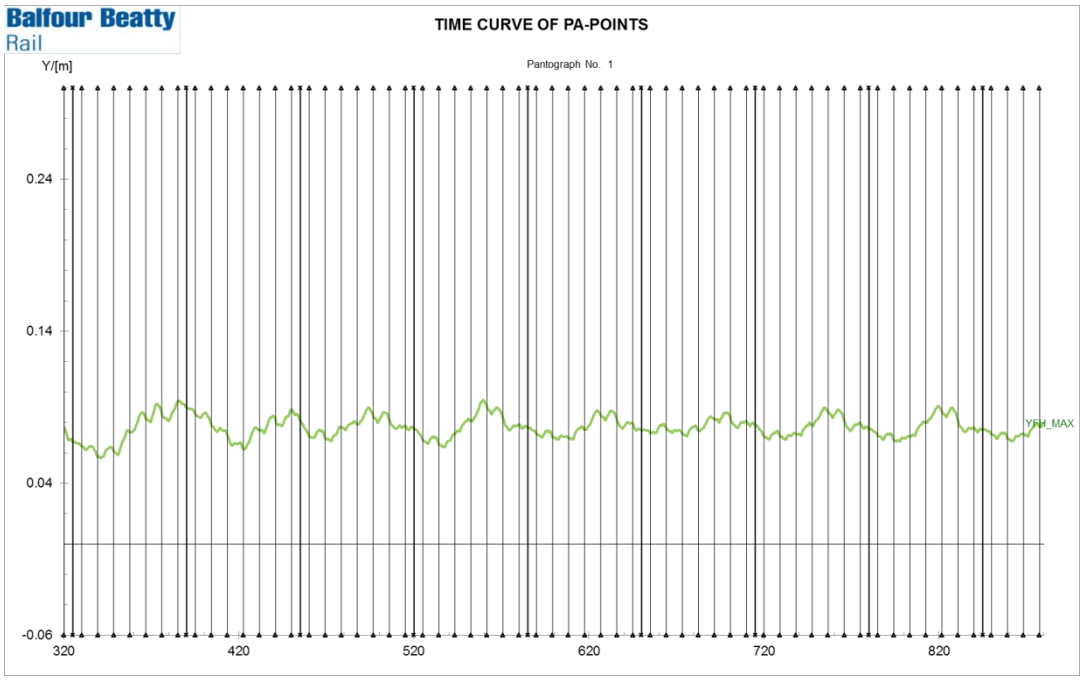
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



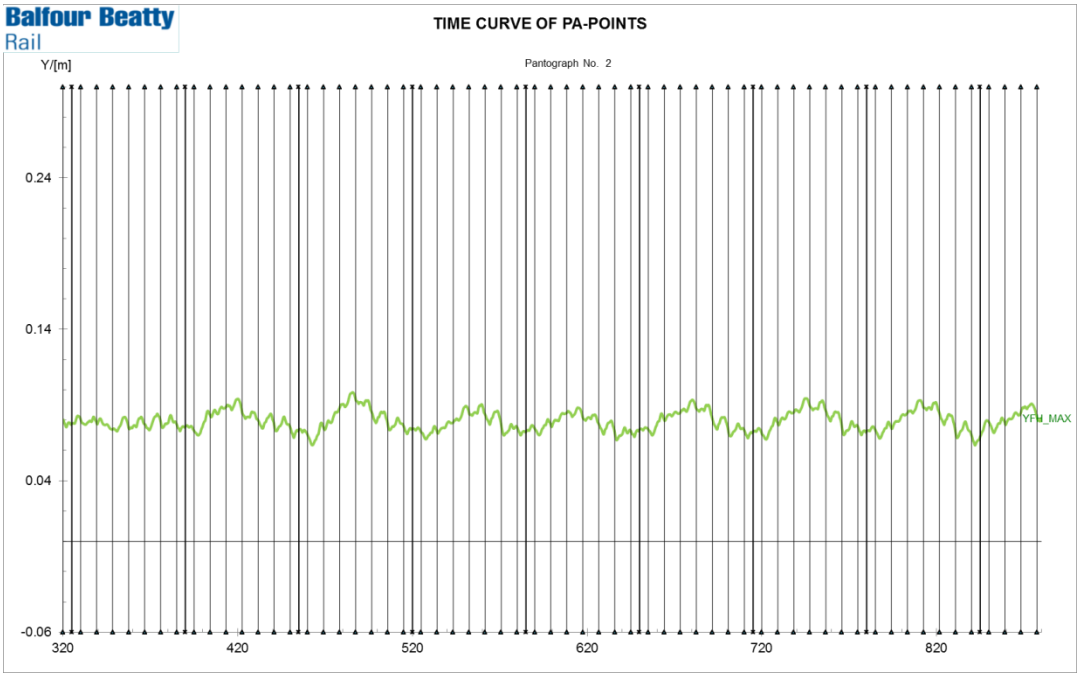
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1



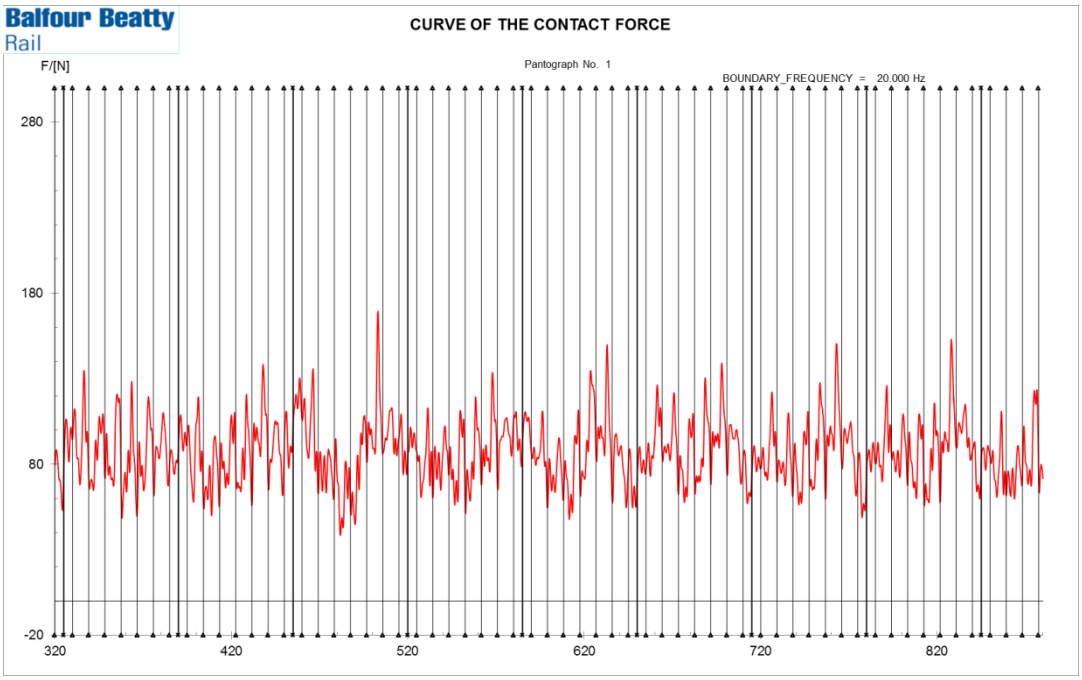
Слика 4: Издизање пантографа 2



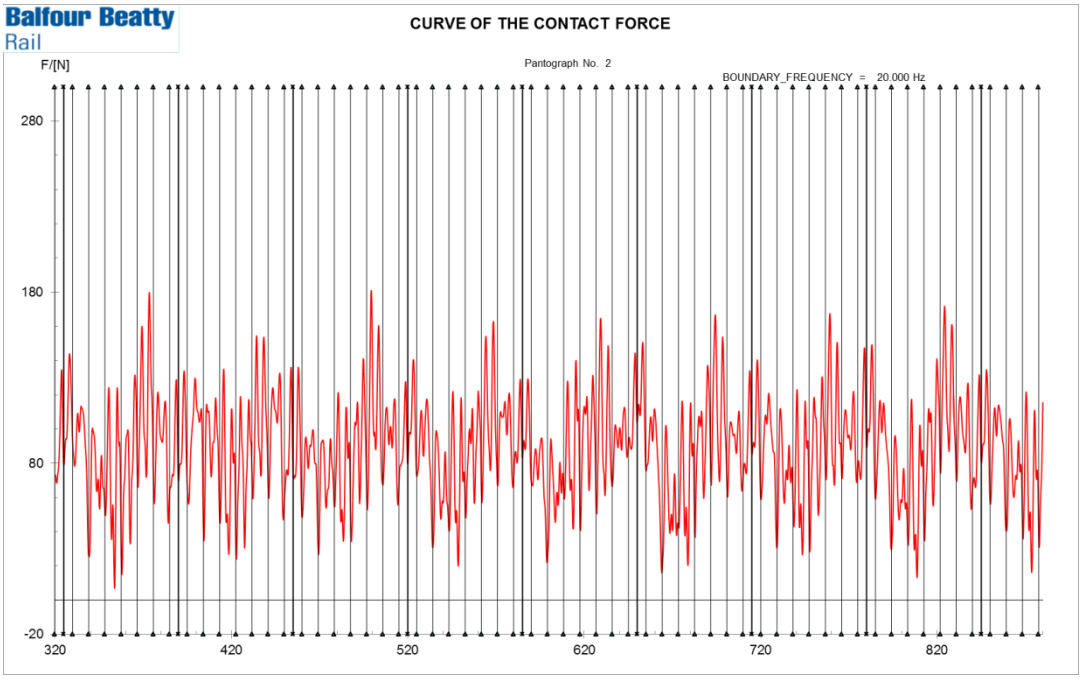
Случај 4： 200km/h； BZII-70+RiS-100， 10kN +10kN ； ”Y” уже BZII-25， 2.3kN；Вешаљка BZII-10

Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	78.8～108.8	87.253	да	88.724	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	18.197	да	28.408	не
Максимална сила притиска (N)	300	169.355	да	180.97	да
Минимална сила притиска (N)	0	38.46	да	6.97	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	111.1	да	116.1	да
Губитак контакта (%)	≤0.1	0	да	0	да

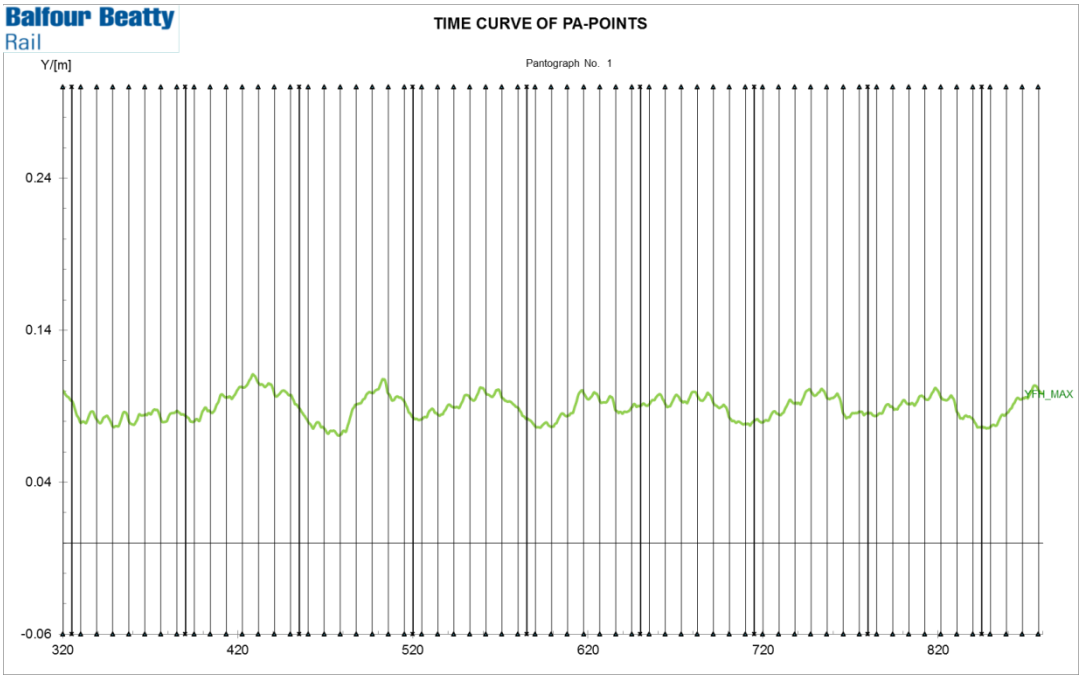
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



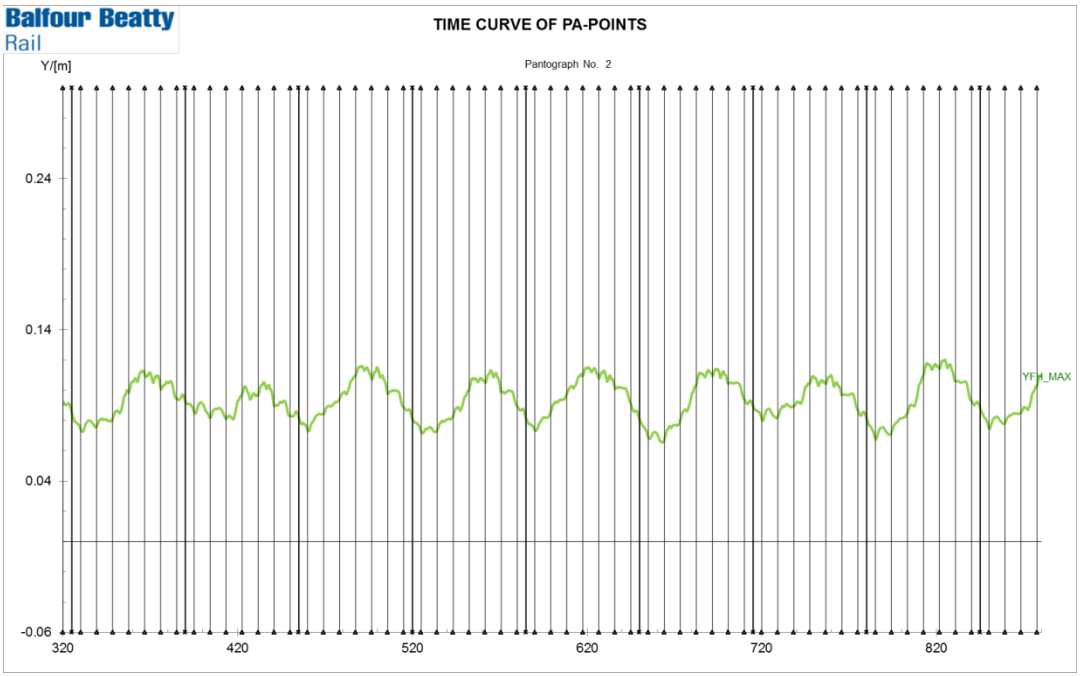
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1



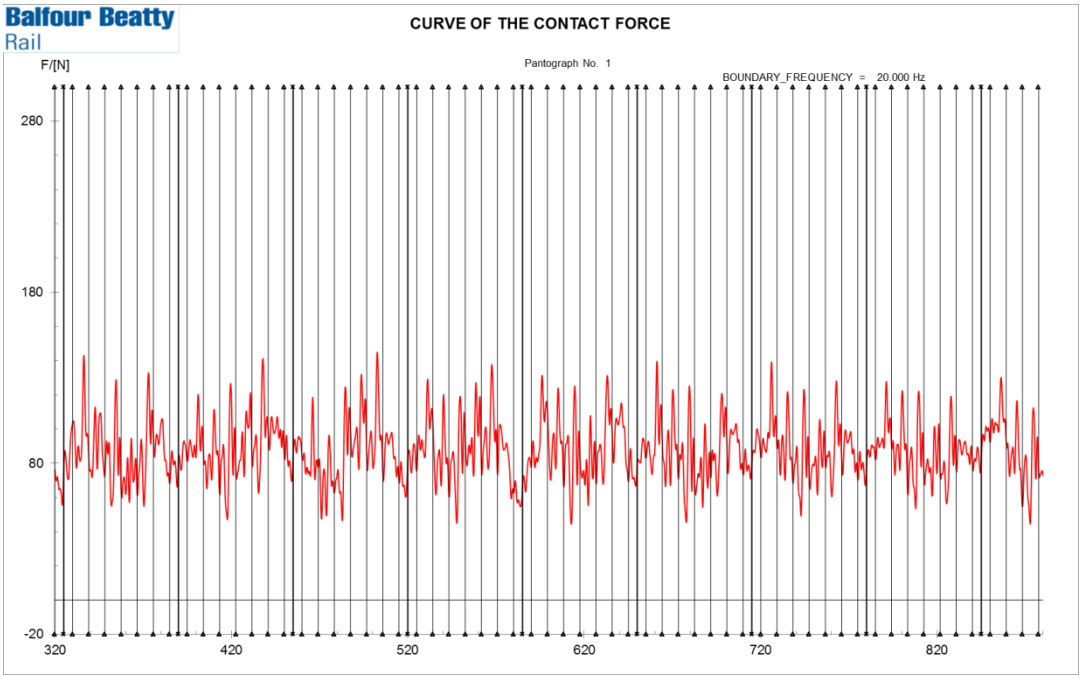
Слика 4: Издизање пантографа 2



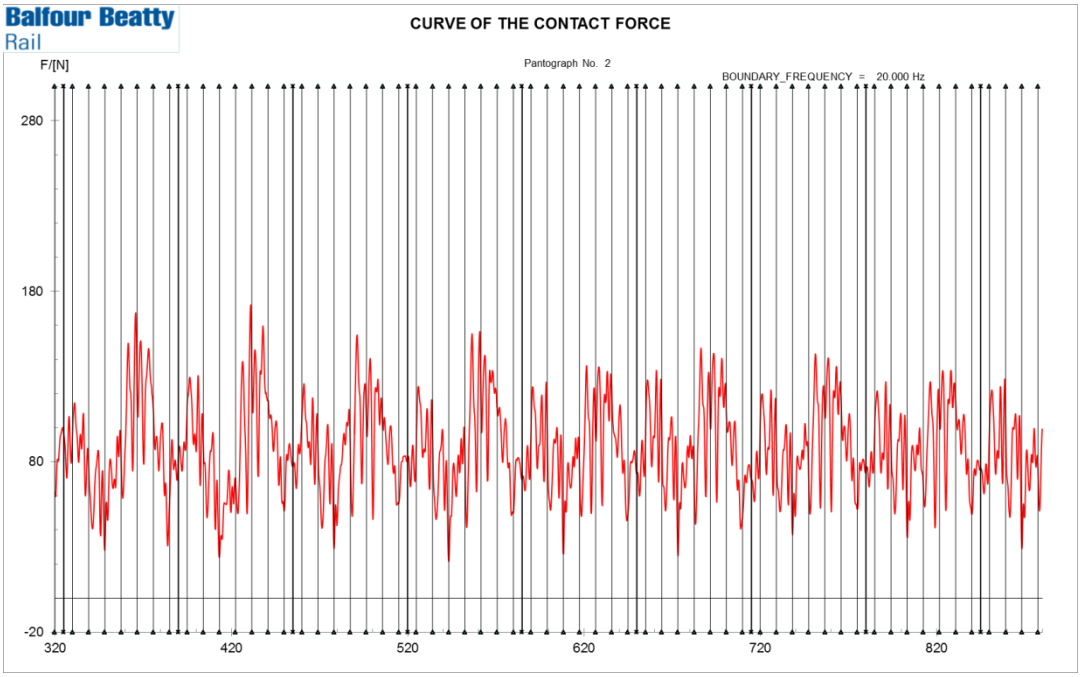
Случај 5： 200km/h； BZII-70+RiS-100， 12kN +10kN ； ”Y” уже BZII-25， 2.3kN； Вешаљка BZII-10

Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	78.8～108.8	87.226	да	88.14	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	16.74	да	26.515	не
Максимална сила притиска (N)	300	144.878	да	171.923	да
Минимална сила притиска (N)	0	44.38	да	21.497	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	94.8	да	115	да
Губитак контакта (%)	≤0.1	0	да	0	да

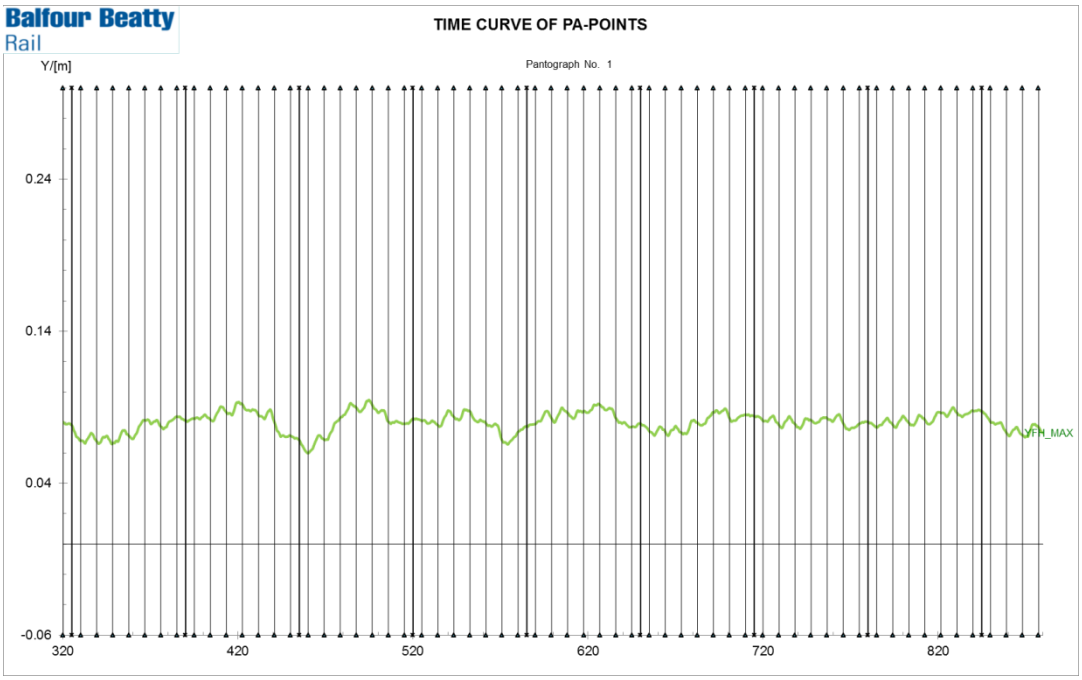
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



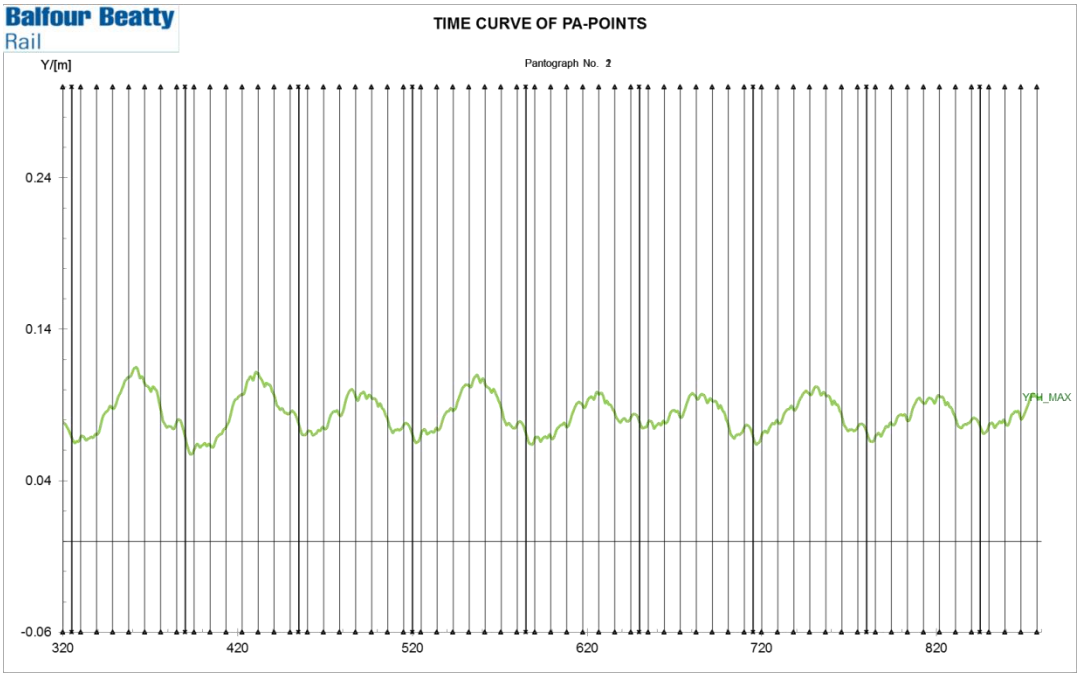
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1



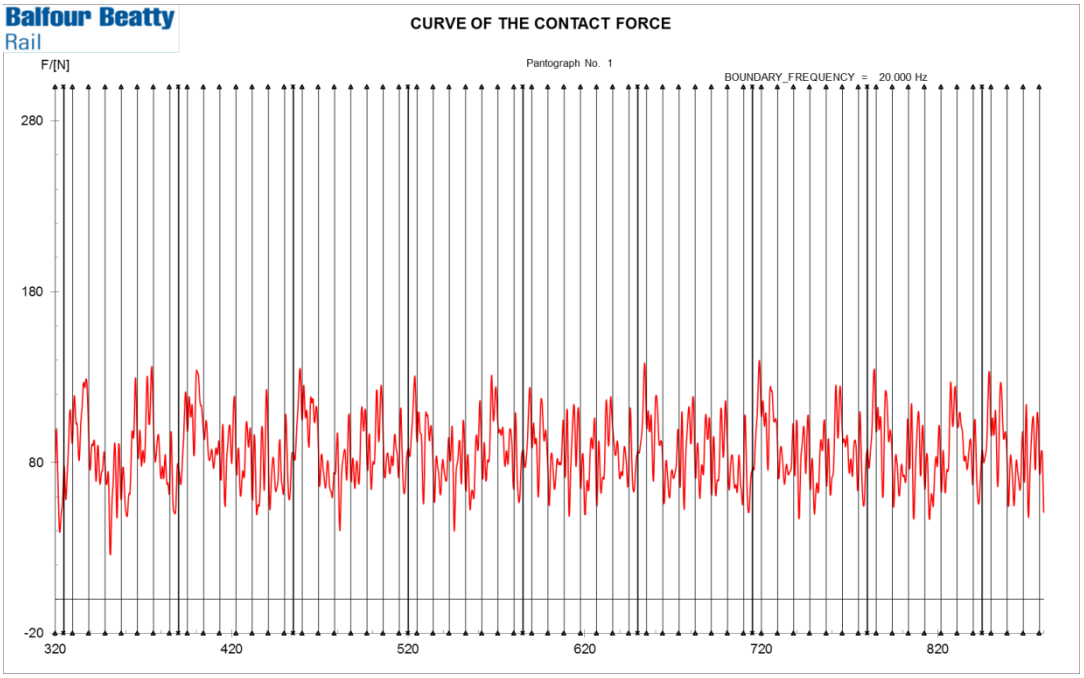
Слика 4: Издизање пантографа 2



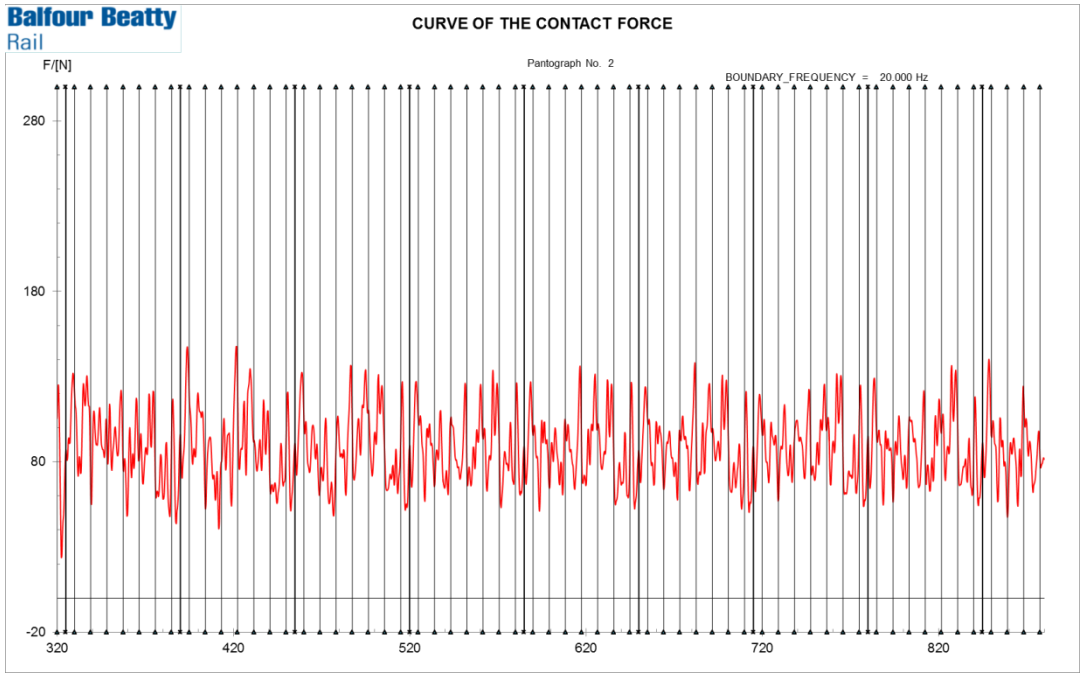
Случај 6： 200km/h； BZII-70+RiS-100， 15kN +12kN ； ”Y” уже BZII-25， 2.3kN； Вешаљка BZII-10

Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	78.8～108.8	86.356	да	88.065	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	19.004	да	19.883	да
Максимална сила притиска (N)	300	139.484	да	148.706	да
Минимална сила притиска (N)	0	23.977	да	23.095	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	78.4	да	77.6	да
Губитак контакта (%)	≤0.1	0	да	0	да

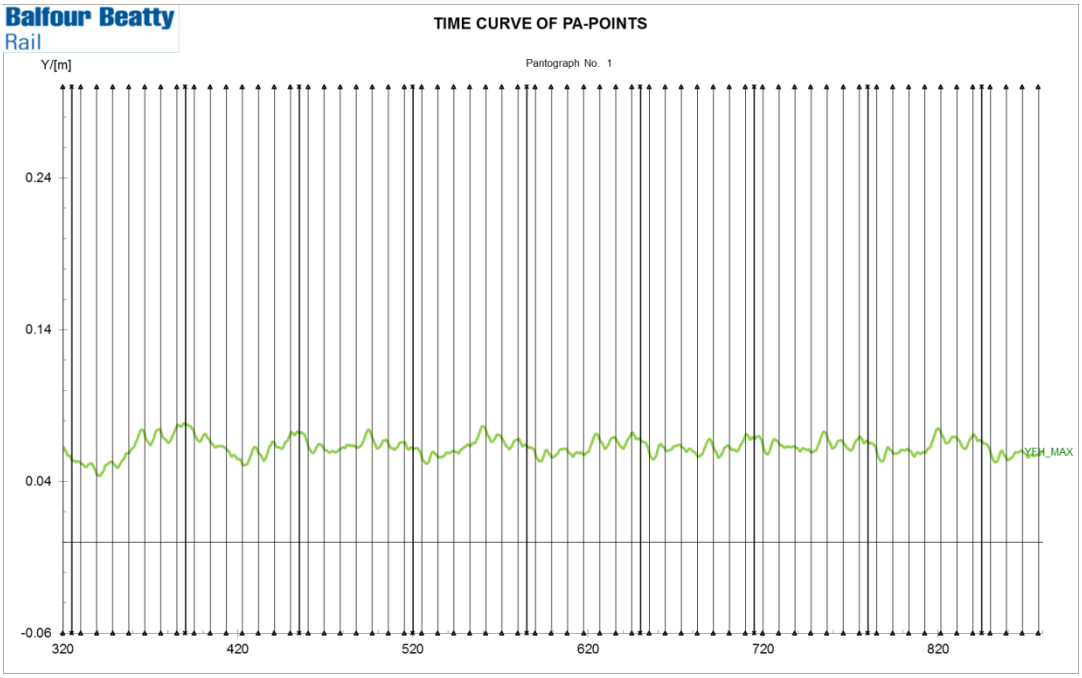
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



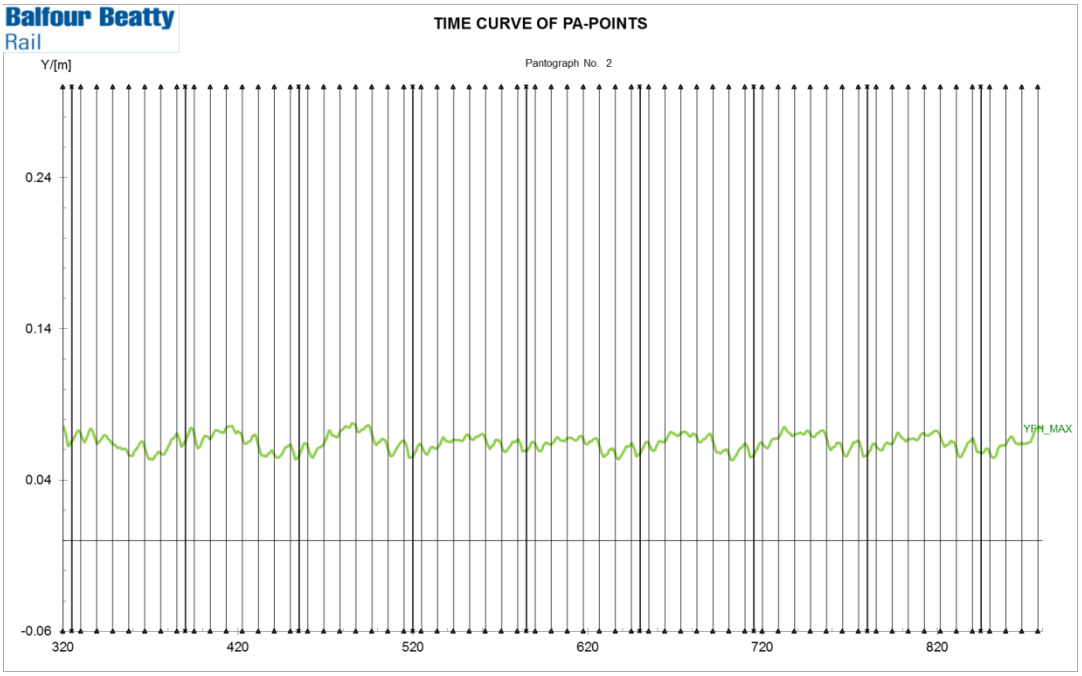
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1

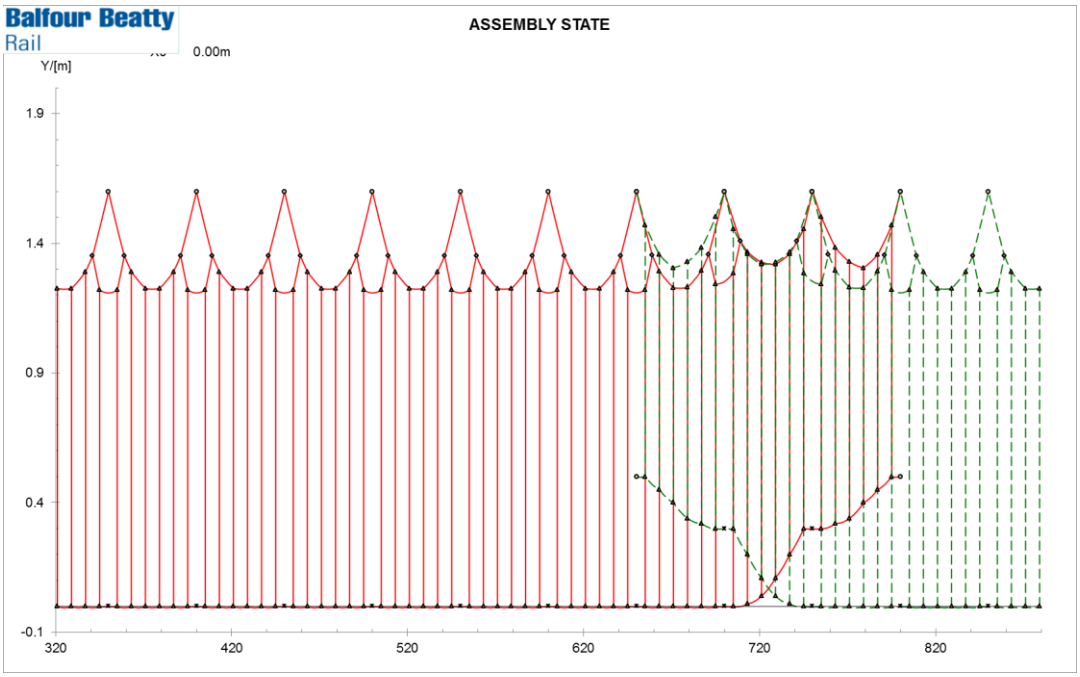


Слика 4: Издизање пантографа 2

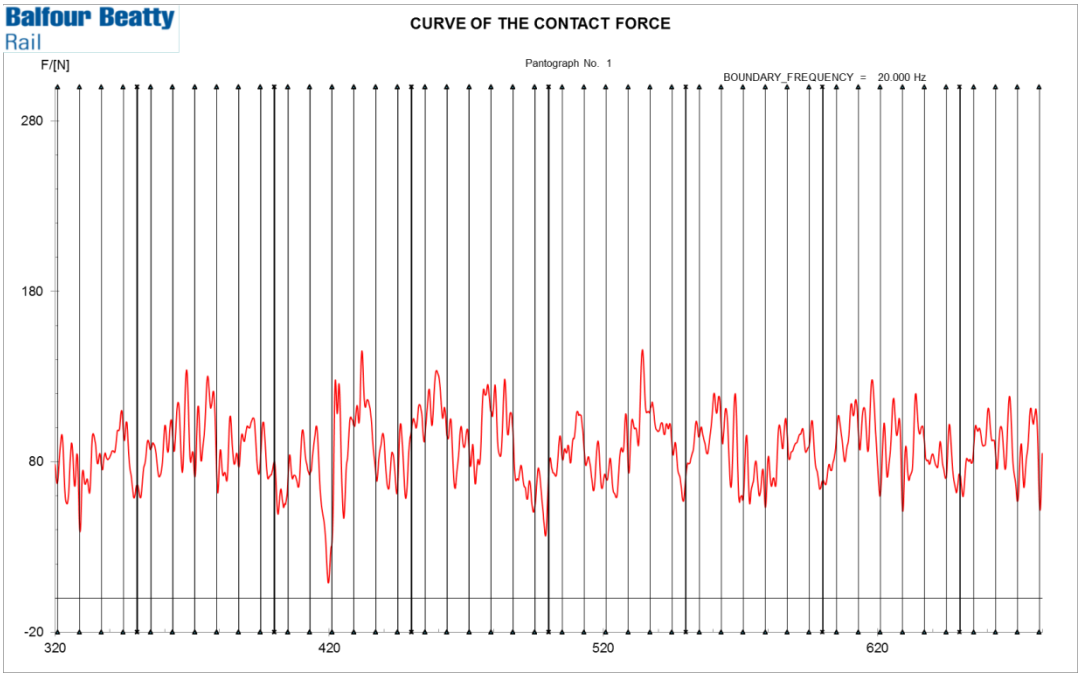


Случај 7： 200km/h； BZII-70+RiS-100， 15kN +12kN ； ”Y” уже BZII-25， 2.3kN；Вешаљка BZII-10；3-распонски преклоп

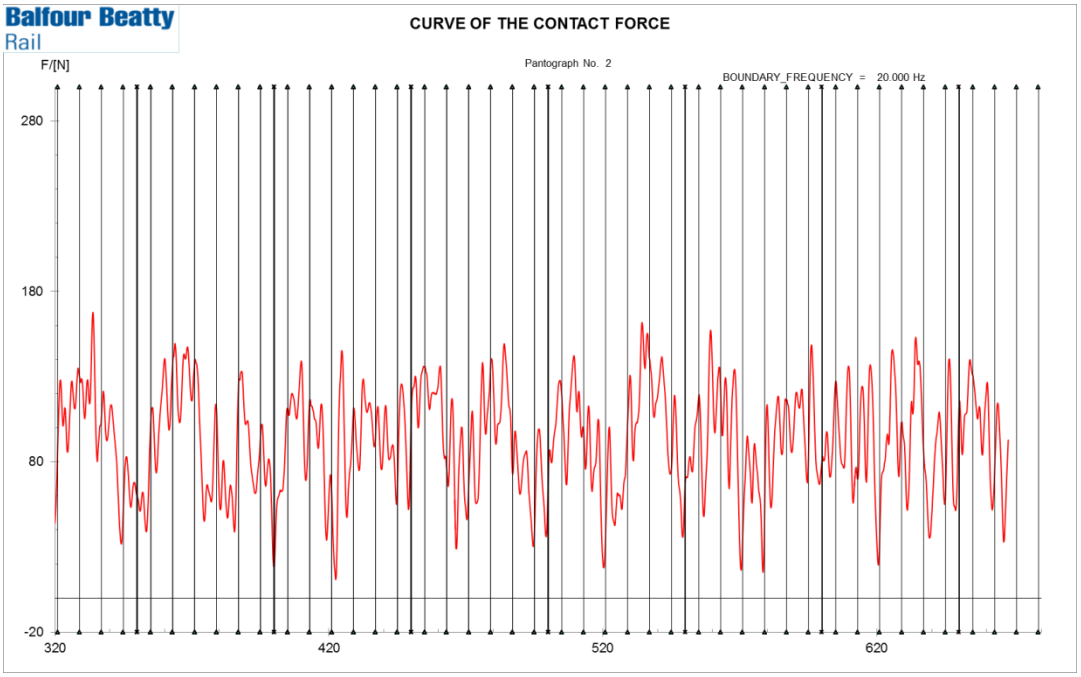
Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	72.1～102.1	86.924	да	92.992	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	18.957	да	29.656	не
Максимална сила притиска (N)	300	145.782	да	167.691	да
Минимална сила притиска (N)	0	9.103	да	10.929	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	100.2	да	100.3	да
Губитак контакта (%)	≤0.1	0	да	0	да



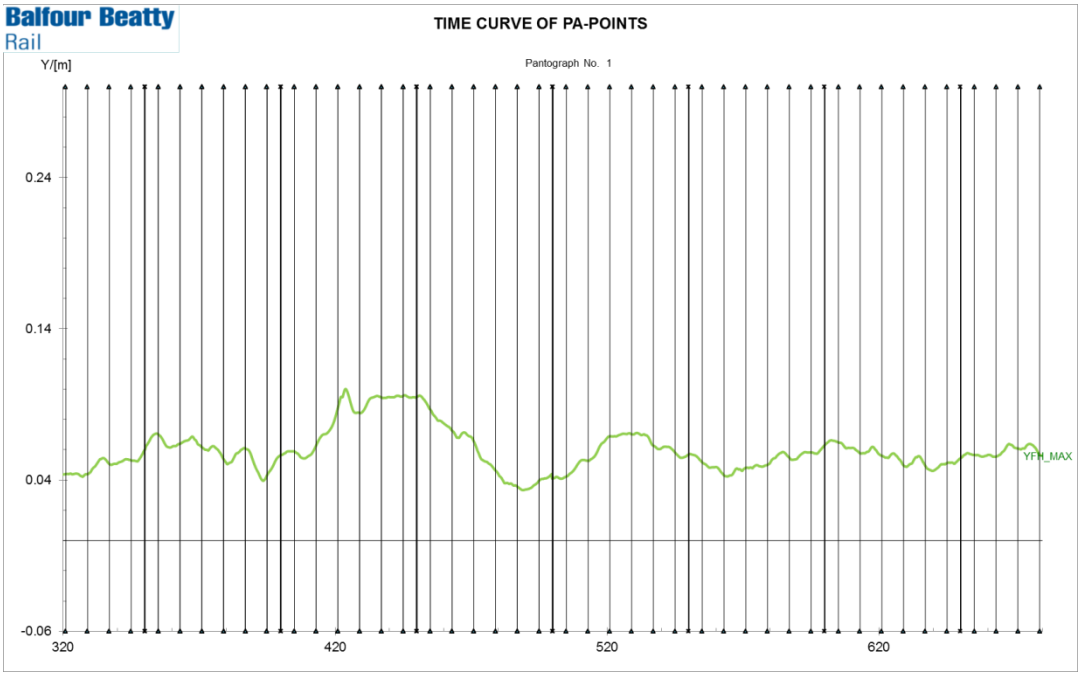
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



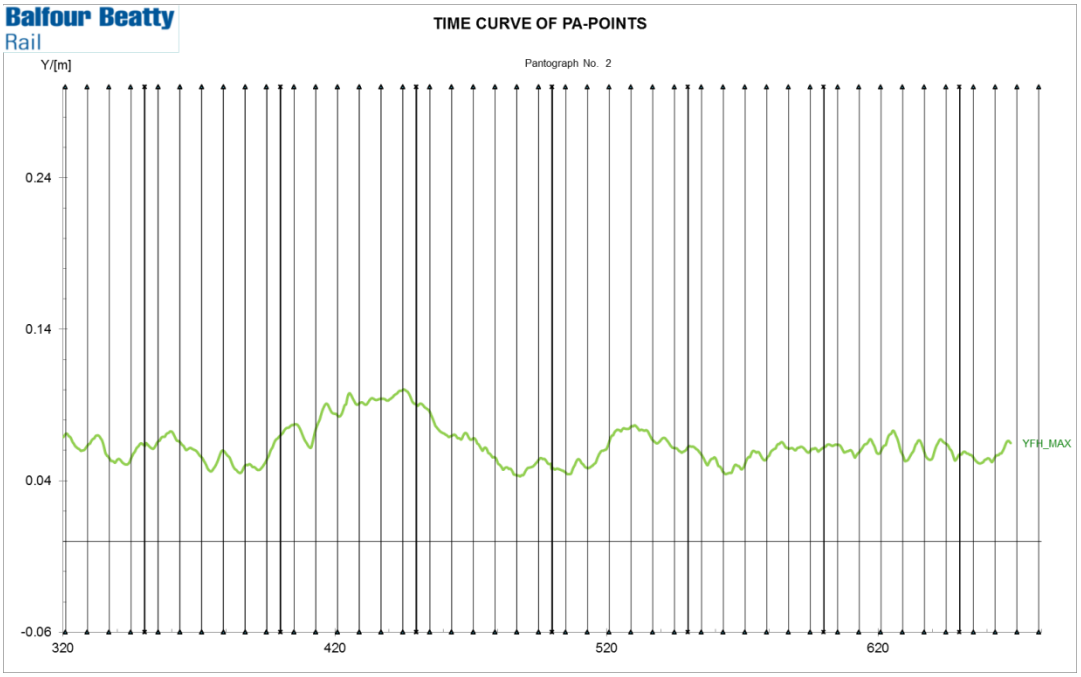
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1

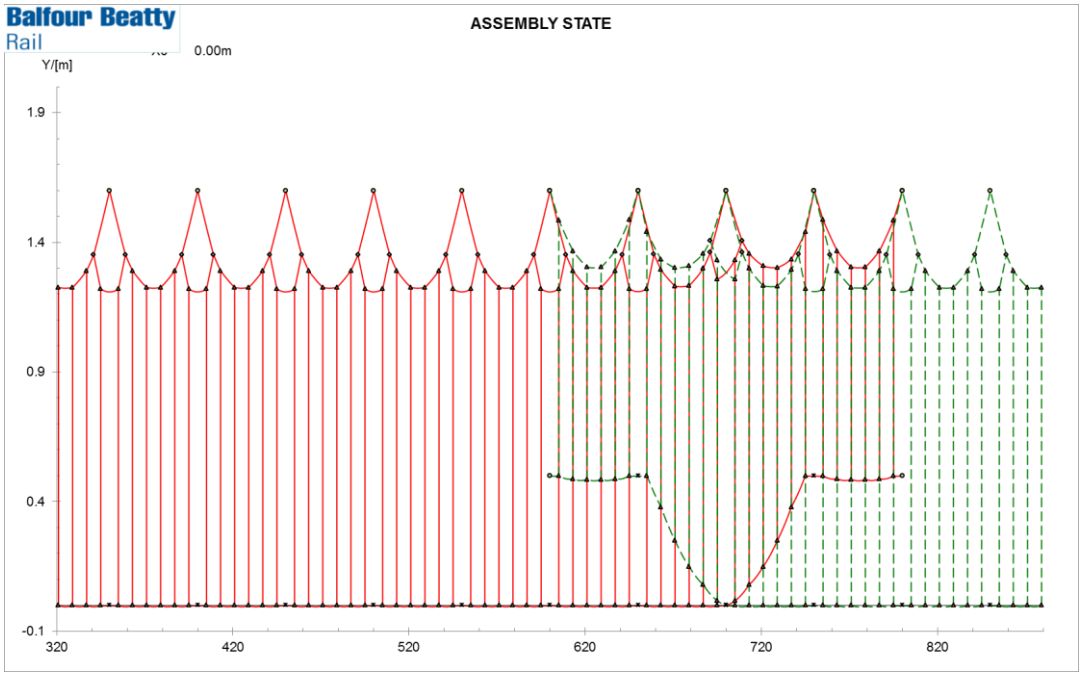


Слика 3: Издизање пантографа 2

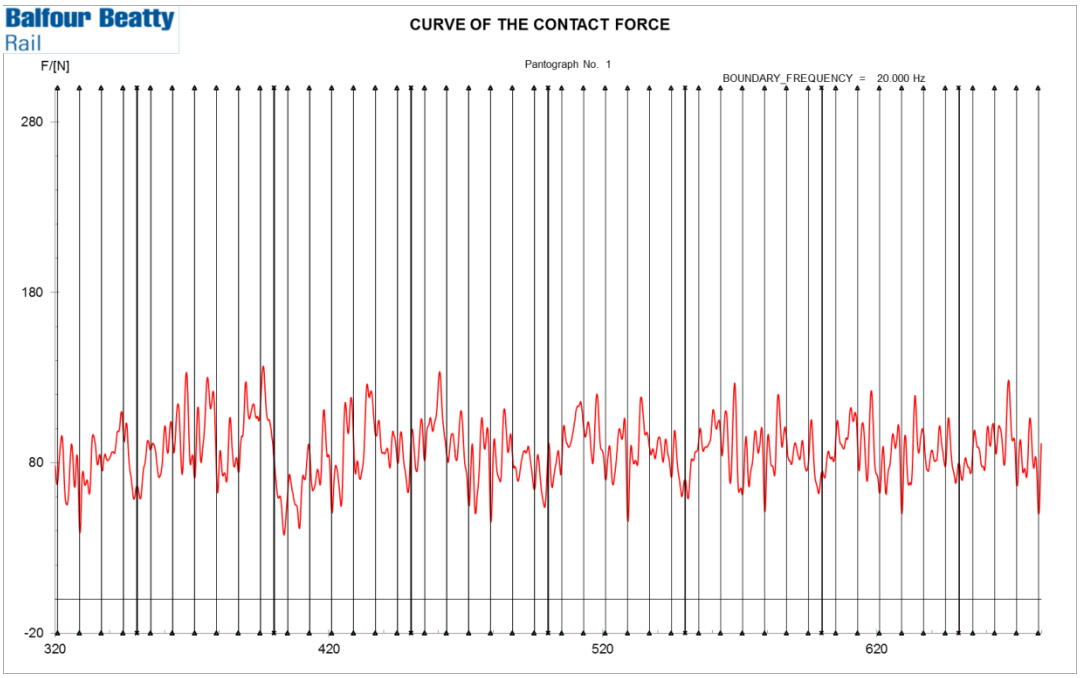


Случај 8： 200km/h； BZII-70+RiS-100， 15kN +12kN ； ”Y” уже BZII-25， 2.3kN； Вешаљка BZII-10； 4-распонски преклоп

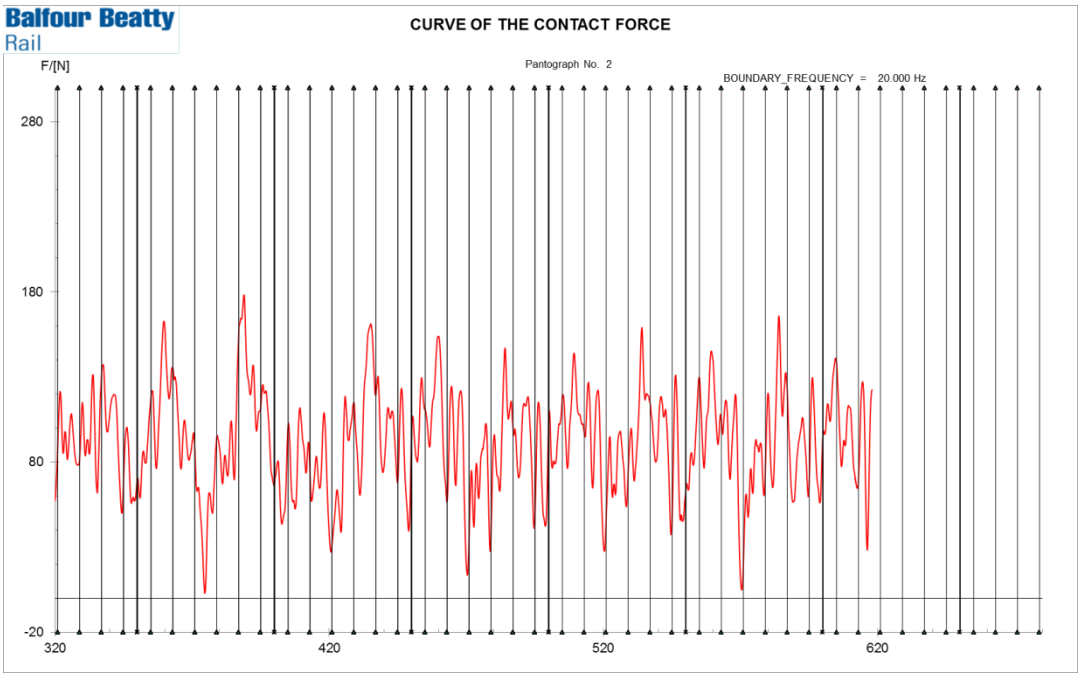
Предмет оцењивања	Критеријум оцењивања	Пантограф 1		Пантограф 2	
		Вредност	Испуњава критеријум?	Вредност	Испуњава критеријум?
Средња сила притиска Fm (N)	72.1～102.1	87.077	да	92.502	да
Стандардна девијација силе притиска σ (N)	≤0.3Fm	19.441	да	21.905	да
Максимална сила притиска (N)	300	132.837	да	141.076	да
Минимална сила притиска (N)	0	33.515	да	17.648	да
Максимално издизање на месту контакта (mm)	150	69.6	да	80.1	да
Губитак контакта ％)	≤0.1	0	да	0	да



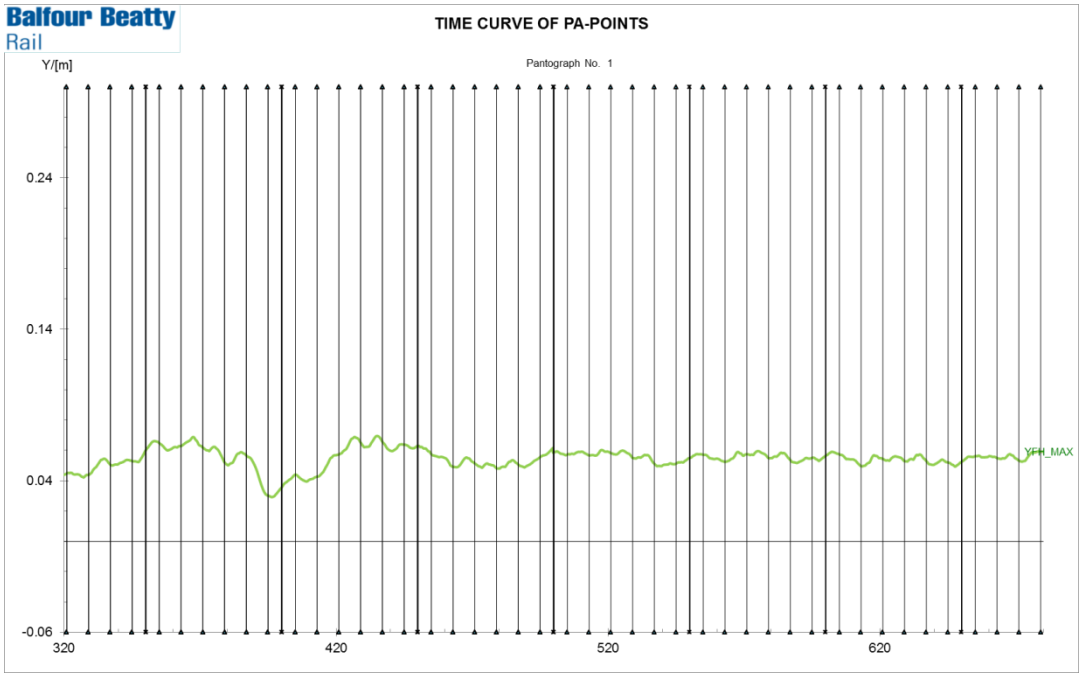
Слика 1: Сила притиска пантографа 1



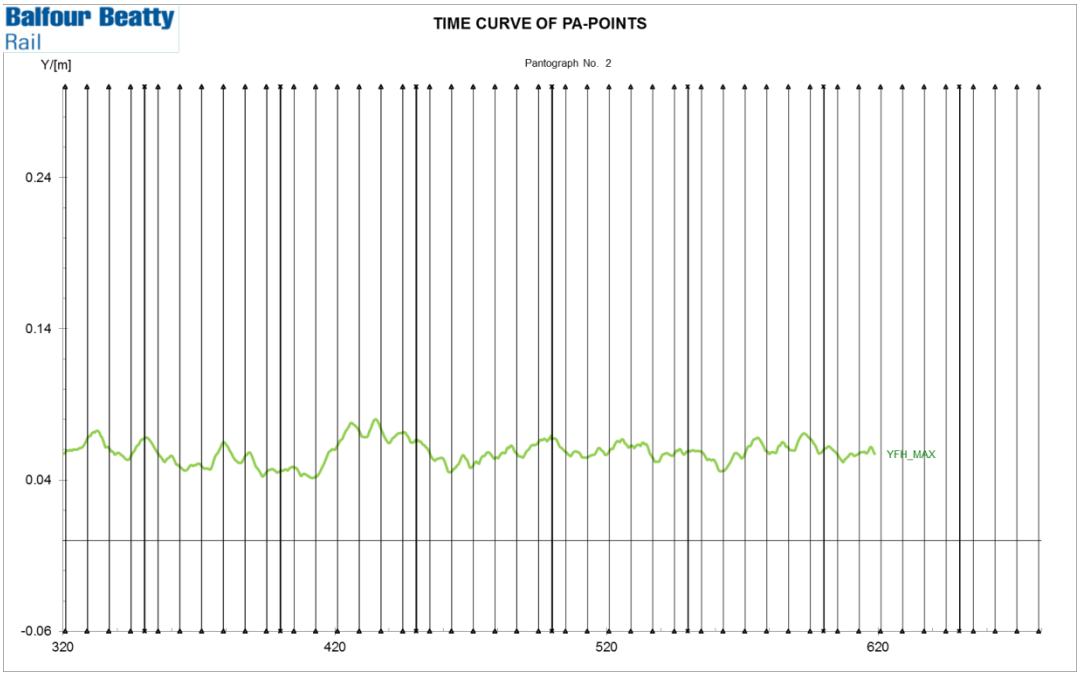
Слика 2: Сила притиска пантографа 2



Слика 3: Издизање пантографа 1



Слика 3: Издизање пантографа 2



4. Закључак:

Према резултатима и препорукама компаније CRDC из Кине која је урадила прорачуне, за предвиђену употребу носећег ужета BZII-70 и контактног проводника AC100, усвајају се затезне силе од 15kN +12kN за брзину од 200km/h, 12kN+10kN за 180km/h, 10kN+10kN за 160km/h.

Из наведених симулација такође се види да 4-распонски преклоп има боље карактеристике одузимања струје од 3-распонског преклопа, па је стога усвојен за пројектовану брзину од 200 km/h.

II Међусобна удаљеност два пантографа од 85m

1. Улазни подаци за симулацију

	Брзина (km/h)	Распон (m)	Затезна сила контактног проводника (kN)	Затезна сила носећег ужета (kN)	Затезна сила Y-ужета (kN)	Размак између пантографа (m)
Радни услови 1 (смањена дужина преклопног распона)	200	50	12	15	2.3	85
Радни услови 2 (према параметрима по којима су урађени пројекти КМ)	200	55	12	15	2.3	85
Радни услови 3 (повећана сила затезања контактног проводника)	200	55	15	15	2.3	85

2. Резултати симулације - вредности силе притиска између пантографа и возног вода

	Сила притиска између пантографа и возног вода за предњи пантограф				Сила притиска између пантографа и возног вода за задњи пантограф			
	Средња вредност (N)	Стандарна девијација (N)	Максимална вредност (N)	Минимална вредност (N)	Средња вредност (N)	Стандарна девијација (N)	Максимална вредност (N)	Минимална вредност (N)
Радни услови 1	93	21	166	29	96	23	173	31
Радни услови 2	92	23	162	16	95	31	225	8
Радни услови 3	92	22	159	30	95	29	166	22

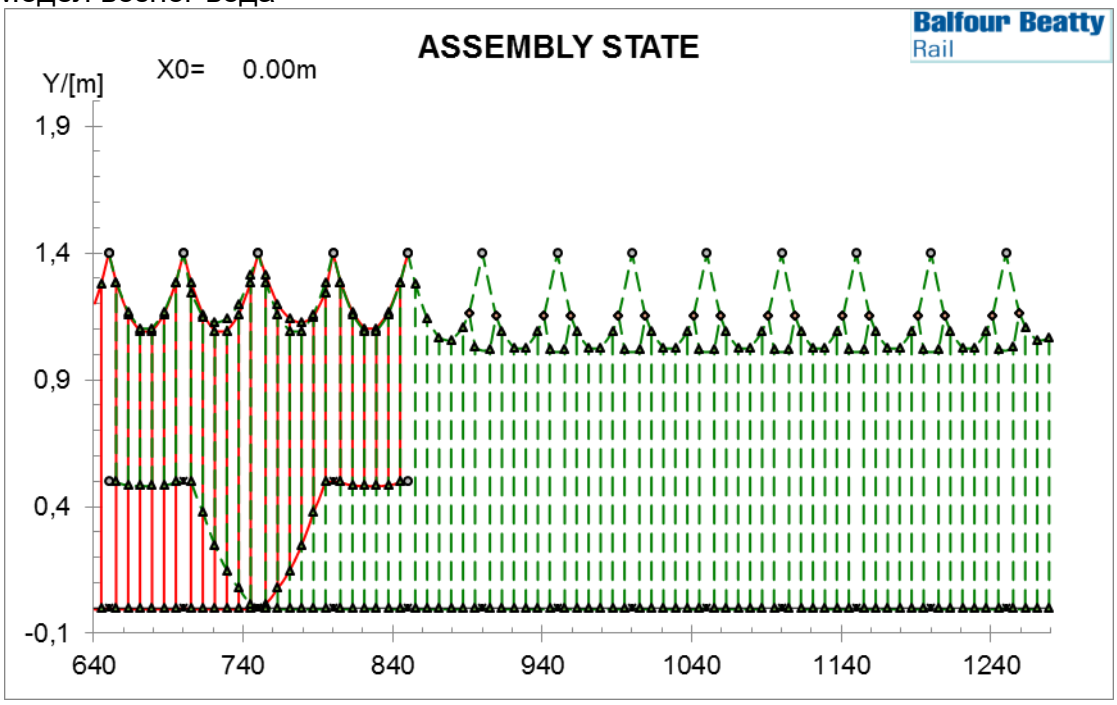
3. Резултати симулације

Симулација возни вод-пантограф приказује карактеристике одузимања струје у случају два пантографа са међусобним размаком од 85m, на 4-распонском преклопу. Резулати симулације показују да за преклопни распон од 55m (радни услови 2 и радни услови 3), задњи пантограф не може задовољити услов да средња сила пантографа помножена са 0,3 буде већа од стандардне девијације силе притиска. У случају да је преклопни распон 50m (радни услови 1), овај захтев је испуњен.

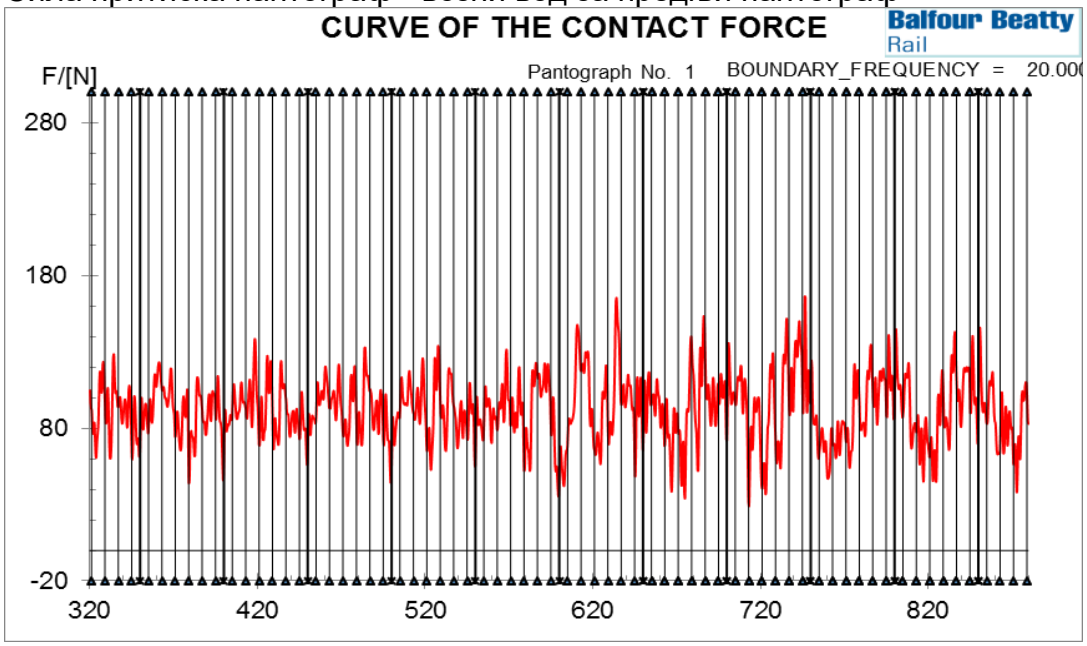
4. Резултати симулације - графици

1) Радни услови 1

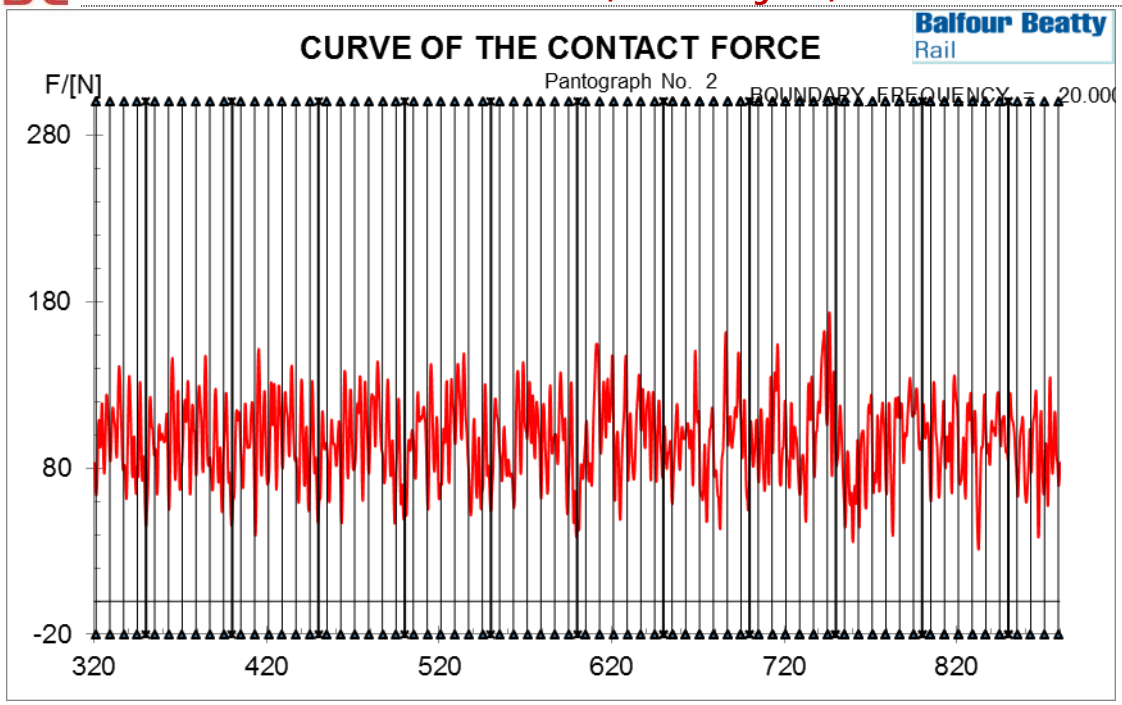
Модел возног вода



Сила притиска пантограф - возни вод за предњи пантограф

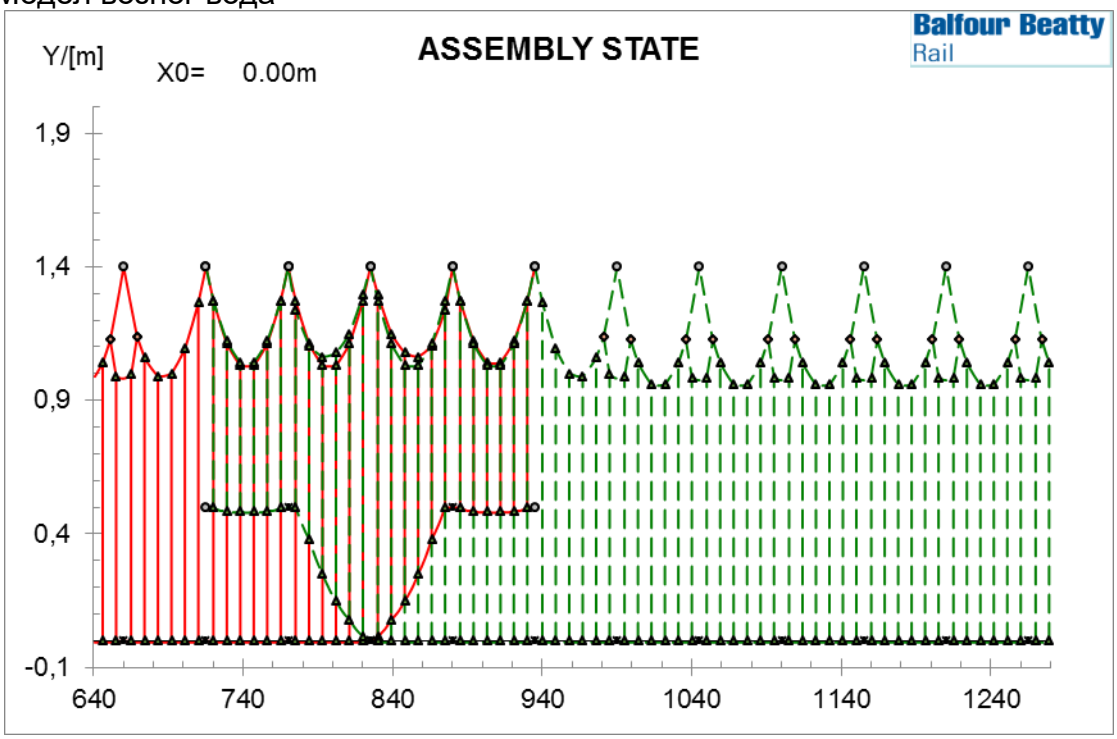


Сила притиска пантограф - возни вод за задњи пантограф

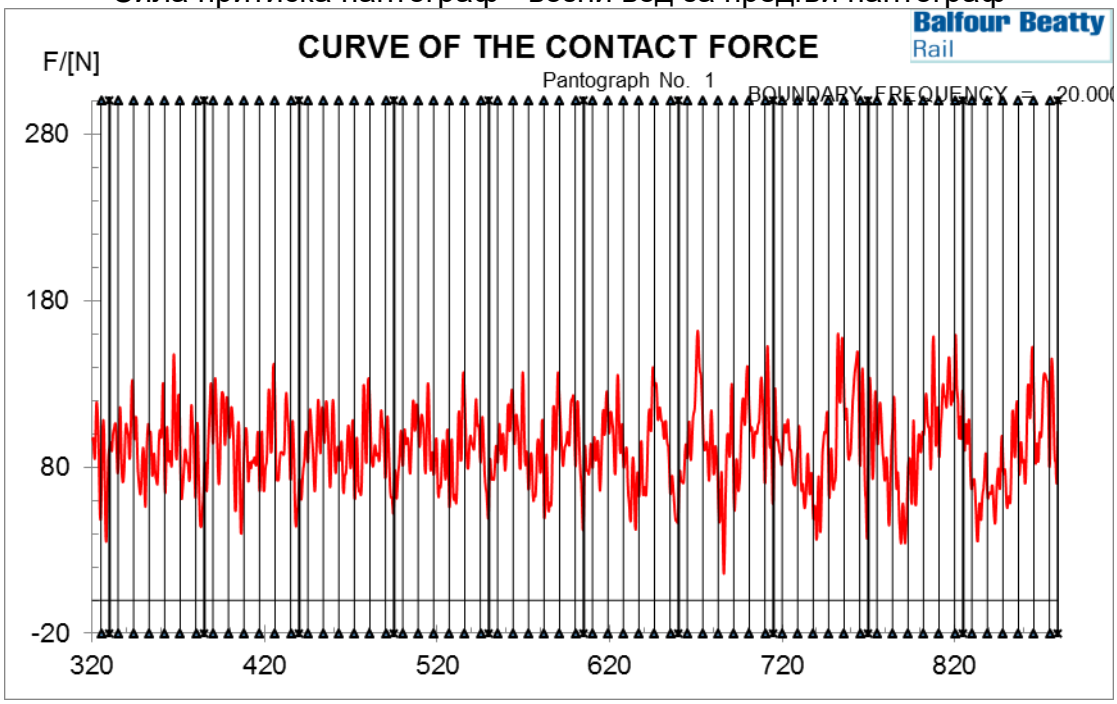


2) Радни услови 2

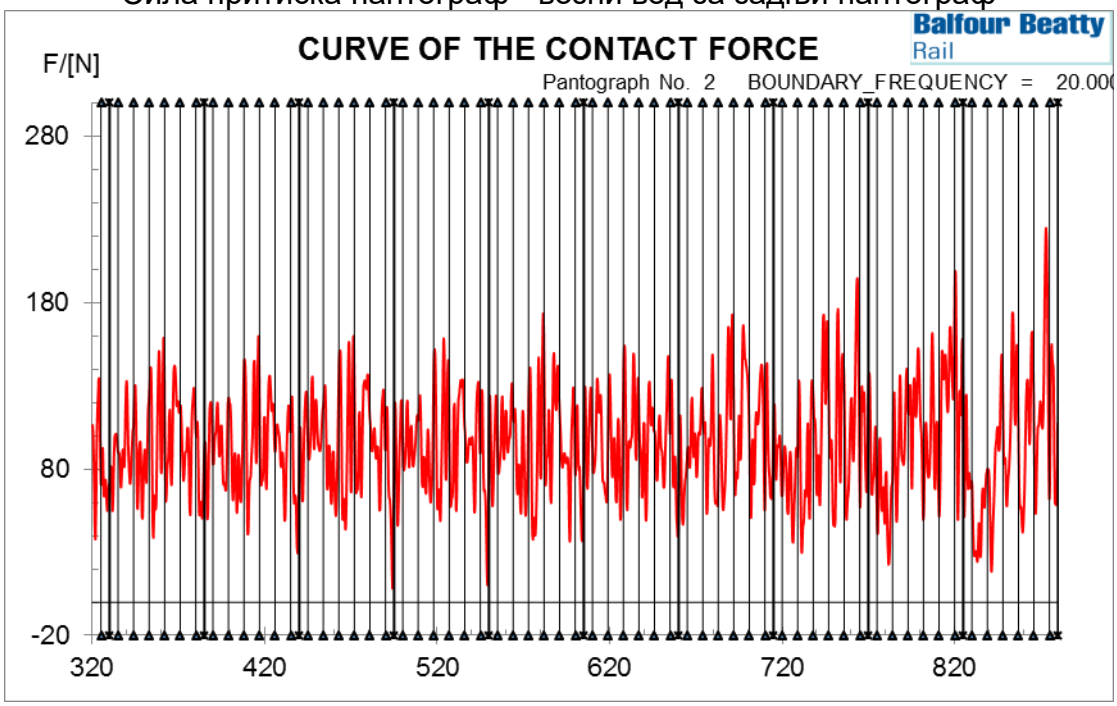
Модел возног вода



Сила притиска пантограф - возни вод за предњи пантограф

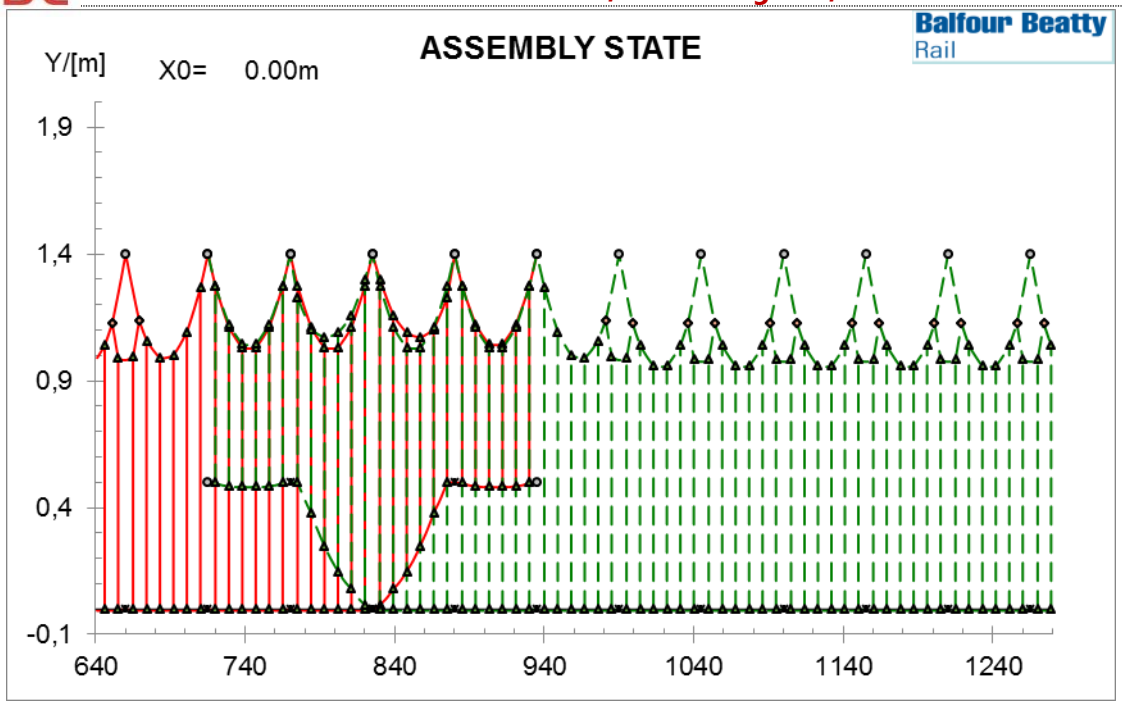


Сила притиска пантограф - возни вод за задњи пантограф

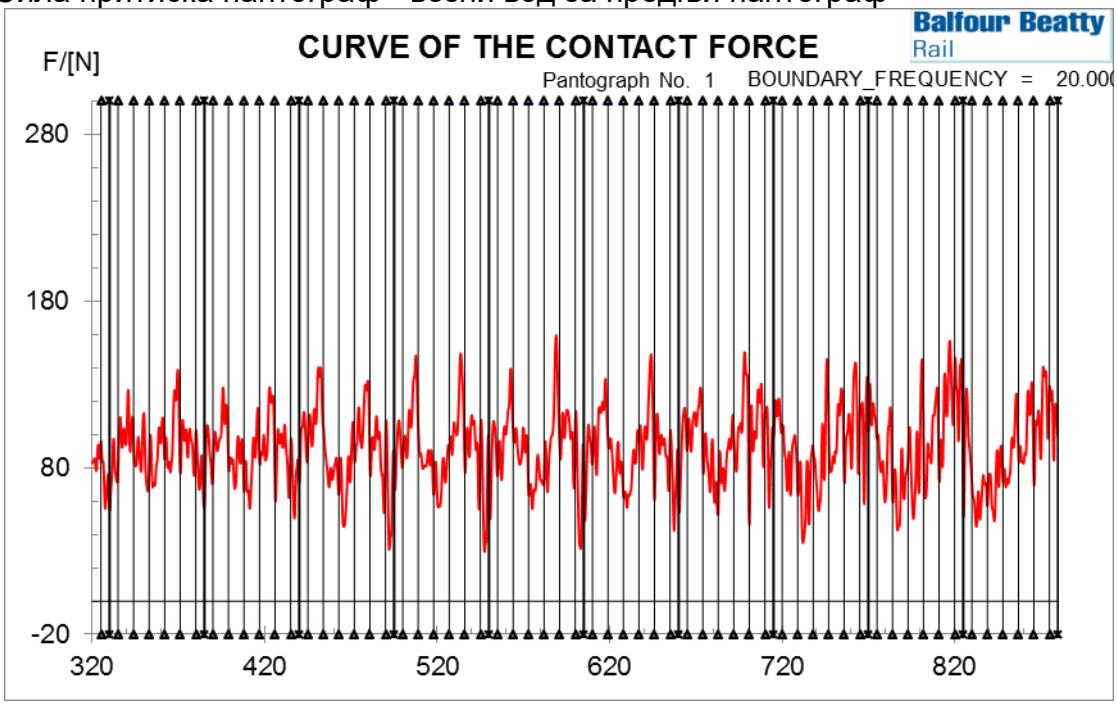


3) Радни услови 3

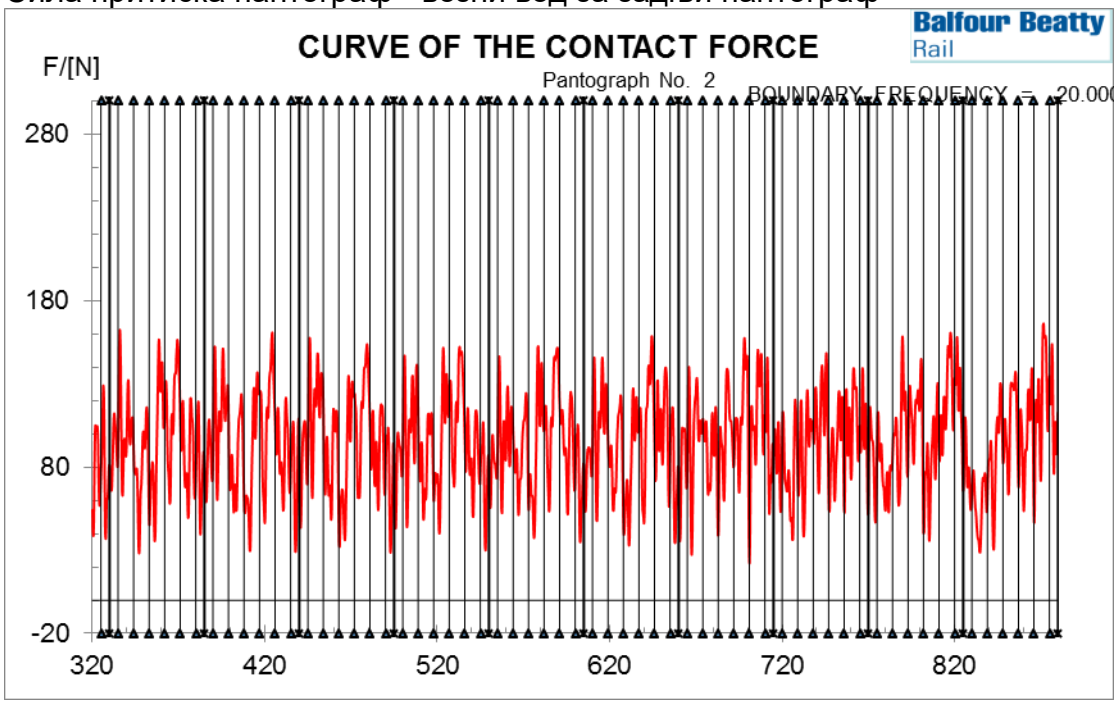
Модел возног вода



Сила притиска пантограф - возни вод за предњи пантограф



Сила притиска пантограф - возни вод за задњи пантограф



5. Закључак:

Према резултатима симулације, као и препорукама компаније CRDC из Кине која је урадила прорачуне, види се да за параметре контактне мреже према којима су урађени пројекти на предметној деоници, као и према којима су изведени објекти контактне мреже на првој деоници пруге од Београд Центра до Старе Пазове (пре свега преклопни распон од 55m), нису задовољени услови за примену два пантографа са међусобним растојањем од 85m.

.

Одговорни пројектант,

МИЛАН В. МУЖДАЛО, дипл.инж.ел.

4/1.1.0.6.3 Прорачун основних параметара контактне мреже

1. Сврха прорачуна:

Овај документ садржи основа механичког система за заштиту података контактних мрежа.

2. Обим прорачуна:

Прорачуном параметара контактне мреже обухваћени су:

-одређивање максималних затезних сила контактног проводника и носећег ужета
-прорачун брзине простирања таласа у контактном проводнику
-прорачун дозвољеног отклона контактног проводника
-прорачун отклона контактног проводника од осе колосека под дејством ветра
-прорачун максималне дужине затезног полуполја
-прорачун пројектоване висине контактног проводника
-прорачун простора потребног за кретање тегова код уређаја за аутоматско затезање
-прорачун момента савијања у основи стуба у сврху димензионисања носећих конструкција

3. Прорачуни:

➢ Одређивање максималних затезних сила контактног проводника и носећег ужета:

Максимално дозвољено радно напрезање у контактном проводнику σ_w:

$$\sigma_w = \sigma_{min} \cdot n \cdot K_{temp} \cdot K_{wear} \cdot K_{icewind} \cdot K_{eff} \cdot K_{clamp} \cdot K_{joint}$$

Максимална дозвољена радна сила у носећем ужету F_w:

$$F_w = F_{Bmin} \cdot n \cdot K_{temp} \cdot K_{wind} \cdot K_{ice} \cdot K_{eff} \cdot K_{clamp} \cdot K_{load}$$

Коефицијенти који фигуришу у претходним формулама дефинисани су стандардима (EN50119, EN50149 и DIN48201) и имају следеће значење:

σ_{min} – минимална затезна чврстоћа (N/mm^2), $\sigma_{min} = 375\,N/mm^2$

F_{Bmin} – минимална прекидна сила (kN), $F_{Bmin} = 38{,}64kN$

n – сигурносни фактор за прорачун дозвољених напрезања проводника не већи од 0,65

K_{temp} – дефинише однос између дозвољеног затезног напрезања (дозвољене радне силе) и максималне радне температуре

K_{wear} – узима у обзир максималну дозвољену истрошеност контактног проводника

$K_{icewind}$ – узима у обзир утицај ветра и леда на мксимално радно напрезање контактног проводника. Овај коефицијент зависи од начина затезања контактног проводника (чврсто или аутоматско)

K_{wind} – узима у обзир утицај ветра на носеће уже, зависи од брзине ветра и начина затезања носећег ужета (чврсто или аутоматско)

K_{ice} – узима у обзир утицај леда на носеће уже. Вредност овог фактора зависи од начина затезања ужета.

K_{eff} – овај фактор описује карактеристике затезне опреме

K_{clamp} – овај фактор се користи за описивање карактеристика затезних стезаљки

K_{joint} – овај фактор описује смањење затезног напрезања због наварених или залемљених спојева
K_{load} – узима у обзир утицај вертикалног оптерећења носећег ужета.

Вредности претходно наведених фактора дати су у наредним табелама:

– контактни проводник

K_{temp}	K_{wear}	$K_{icewind}$	K_{eff}	K_{clamp}	K_{joint}
1	0,8	0,95	0,97	0,95	1

– носеће уже:

K_{temp}	K_{wind}	K_{ice}	K_{eff}	K_{clamp}	K_{load}
1	0,95	1	0,97	0,95	0,8

$$\sigma_w = 375 \cdot 0{,}65 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}95 \cdot 1 = 170{,}7\ N/mm^2$$

$$F_w^{KP} = \sigma_w \cdot A = 170{,}7\ N/mm^2 \cdot 100mm^2$$

$$F_w^{KP} = 17kN$$

A-површина попречног пресека контактног проводника

$$F_w = 38{,}64 \cdot 0{,}65 \cdot 1 \cdot 0{,}95 \cdot 1 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}8 = 17{,}59kN$$

На основу претходног прорачуна видимо да је максимална радна сила затезања контактног проводника $17kN$, а носећег ужета $17{,}59kN$.

➢ <u>Прорачун брзине простирања таласа:</u>

У складу са EN50119, максимална брзина кретања воза мора бити мања од 70% брзине простирања таласа кроз контактни проводник. Брзина простирања таласа кроз контактни проводник рачуна се према наредној формули:

$$V_c = \sqrt{\frac{\sum z}{\sum m}}$$

$\sum z$ –затезна сила контактног проводника
$\sum m$ – подужна маса контактног проводника
$\sum z = 10kN$:

$$V_c = \sqrt{\frac{\sum z}{\sum m}} = 375{,}5\frac{km}{h}$$

$\sum z = 12kN$:

$$V_c = \sqrt{\frac{\sum z}{\sum m}} = 411{,}4\,\frac{km}{h}$$

На основу претходног прорачуна закључујемо да обе брзине простирања таласа задовољавају услов дефинисан EN50119, али сила затезања биће одређена на основу резултата симулације у оквиру које се прати међусобно деловање пантографа и возног вода.

- Прорачун максималног бочног отклона контактног проводника:

Према EN50367-2012, максимални бочни отклон контактног проводника израчунаће се према укупном померају пантографа, имајући у виду положај колосека и ширину клизача (или радну ширину, за пантограф без крајева направљених од проводног материјала), према:

$$d_l = b_{w,c} + b_w - b'_{h,mec}$$

Вредности ће се изабрати имајући у виду положај пантографа, ширину колосека, и толеранције за одржавање колосека према EN 15273-2013 и следеће параметре:

$s'_0 = 0.225$

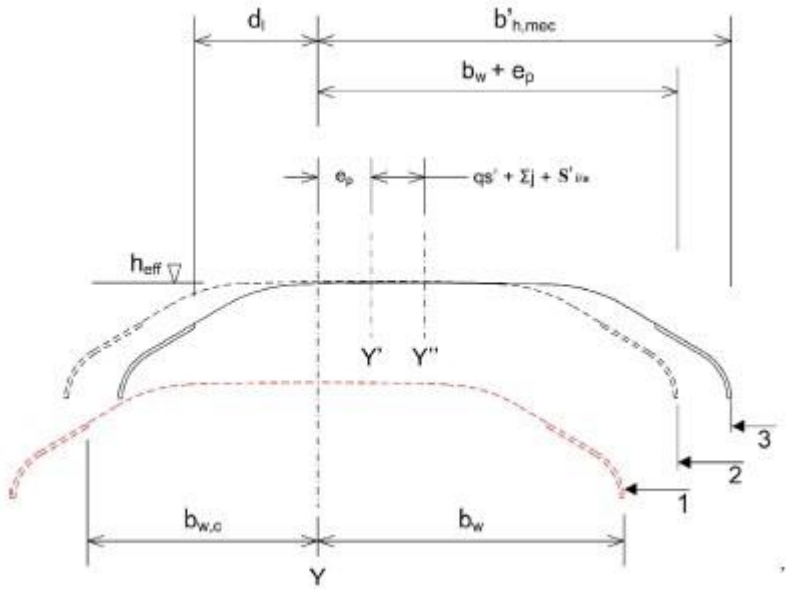
$h'_{c0} = 0.5\text{m}$

$I'_0 = 0.066\text{m}$ and $D'_0 = 0.066\text{m}$

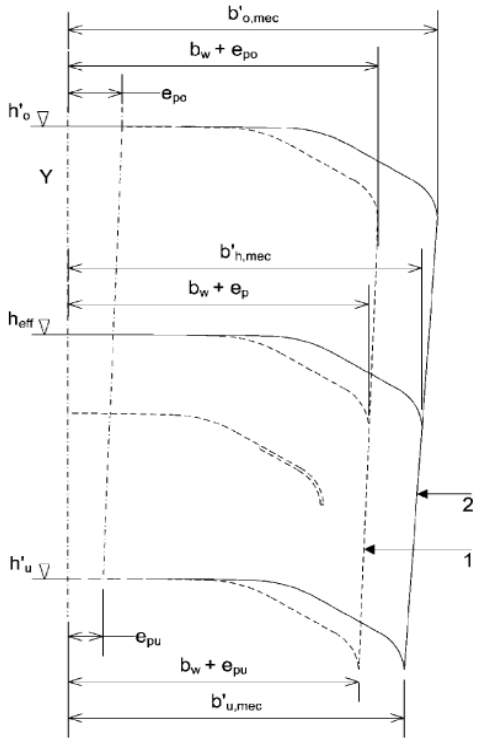
$h'_o = 6.500\text{m}$ and $h'_u = 5.000\text{m}$

$b_{w,c} = 600\text{mm}$ and $b_w = 800\text{mm}$ for pantograph with length of 1600mm

На слици 1 и слици 2 приказани су профили пантографа и ширина механичког кинематичког профила пантографа на различитим висинама:



Слика 1



Слика 2

Према TSI ENE, тачка D1.2.1.2, профил пантографа одговара збиру доле наведених параметара.

За доњу референтну тачку са $h=h'_u$:

$$b'_{u(i/a),mec}=(b'_w+e_{pu}+S'_{i/a}+qs'_{i/a}+\sum j)_{\max}$$

За горњу референтну тачку са $h=h'_o$:

$$b'_{o(i/a),mec}=(b'_w+e_{po}+S'_{i/a}+qs'_{i/a}+\sum j)_{\max}$$

За било коју висину између h, ширина се одређује интерполацијом:

$$b'_{h,mec}=b'_{u,mec}+\frac{h-h'_u}{h'_o-h'_u}\times(b'_{o,mec}-b'_{u,mec})$$

Профил пантографа има додатна проширења. За случај стандарнде ширине колосека, примењује се следећа формула:

$$S'_{i/a}=\frac{2.5}{R}+\frac{l-1.435}{2}$$

Квази статички ефекат се рачуна према еластичности s'_0, меродавном надвишењу D'_0 и меродавном мањку надвишења I'_0:

$$qs_i'=\frac{s_0'}{L}[D-D'_0]_{>0}(h-h'_{c0})$$

$$qs_a'=\frac{s_0'}{L}[I-I'_0]_{>0}(h-h'_{c0})$$

Вредности параметара ep_u и ep_o дате су у ENE TSI, тачка 4.2.10 и износе 0,11m и 0,17m. *Σj* се рачуна помоћу формуле A.12 и A.14 са референтним параметрима *Σ'j* и *Σ''j* срачунатим помоћу формуле A.8 и A.9 из EN15273-3:2013.

$$\Sigma'_{2,i/a} = k\sqrt{T_{voie}^2 + \left[\frac{T_D}{L}h + s_0\frac{T_D}{L}\left[h-h_{C0}\right]_{-0}\right]^2 + \left[\tan\left(T_{susp}\right)\left[h-h_{C0}\right]_{-0}\right]^2 + \left[\tan\left(T_{charge}\right)\left[h-h_{C0}\right]_{-0}\right]^2 + \left[\frac{s_0}{L}\left(T_{osc}\right)\left[h-h_{C0}\right]_{-0}\right]^2} \quad \text{(A.8)}$$

and

$$\Sigma''_2 = k\sqrt{T_{voie}^2 + \left[\frac{T_D}{L}h\right]^2} \quad \text{(A.9)}$$

$$\Sigma_{2,i} = Max\left[\Sigma'_{2,i} + K(D-D_0); \Sigma''_2; (\Sigma'_{2,a} - K.I_0)\right] - qs_i \quad \text{(A.12)}$$

$$\Sigma_{2,a} = Max\left[\Sigma'_{2,a} + K(I-I_0); \Sigma''_2\right] - qs_a \quad \text{(A.14)}$$

Параметри коришћени у формули изнад моогу се наћи у табели B1 у EN15273-3:2013 приказаној доле.

Table B.1 — Coefficients of the allowances recommended for the kinematic gauge

Parameters		Symbol	Ballasted track		Slab	
			Inside curve	Outside curve	Inside curve	Outside curve
Track position		T_{voie}	0,025 m	0,025 m	0,005 m	0,005 m
Crosslevel error	V ≤ 80 km/h	T_D	0,020 m	0,020 m	0,005 m	0,005 m
	V > 80 km/h		0,015 m	0,015 m	0,005 m	0,005 m
Oscillations	Very good track quality at Other tracks	T_{osc}	0,007 m at 0,013 m	0,039 m at 0,065 m	0,007 m	0,039 m
Loading dissymmetry		T_{charge}	0,77°	0,77°	0,77°	0,77°
Suspension adjustment dissymmetry		T_{susp}	0,23°	0,23°	0,23°	0,23°
Track vertical tolerance		T_N[a]	Left to the discretion of the infrastructure manager			
Structure gauge security coefficient		k	1,2	1,2	1,2	1,2
Pantograph gauge security coefficient		k'	1	1	1	1

1) За правац

Вредност Σj,i је прорачуната за унутрашњу страну кривине која одговара прорачуну у стационарном стању. Вредност Σj ,a је прорачуната за спољашну страну кривине и одговара прорачуну за максималну брзину. За правац, узеће се већа од ове две вредности.

2) За кривину

У кривини, узеће се у обзир додатна проширења и квази-статички ефекат према формулама датим у претходном делу.

Нормална висина КП-а је 5.500m, и прорачун максималног бочног отклона контактног проводника дат је у следећој табели:

Полупречник кривине (m)	Брзина (km/h)	Надвишење (mm)	e_{per} (mm)

∞	200	0	400
20000	200	0	400
10000	200	20	400
7000	200	40	399
5000	200	50	382
4000	200	70	374
3000	200	95	370
2500	200	110	362
2000	200	140	340
1800	200	150	336
1600	200	160	328
1400	180	160	328
1200	170	160	327
1000	150	160	327
800	140	160	326
600	120	160	325
400	100	160	323

- Отклон контактног проводника под дејством ветра и полигонације

Код ове анализе, два случаја су од интереса:

- колосек у правцу
- колосек у кривини

У складу са EN50119, притисак ветра по јединици површине одређује се према наредној формули:

$$q_z = \left(\frac{\rho}{2}\right) \cdot G_q \cdot G_t \cdot V_z^2 \quad \left(\frac{N}{m^2}\right)$$

где су:

ρ –густина ваздуха $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

G_q –фактор удара ветра, за надземне водове до висине од 10m износи 2,05

G_t – фактор терена, односно изложеност вода удару ветра. За отворен терен (чист простор) овај фактор има вредност 1.

V_z–средња десетоминутна брзина ветра на висини од 10m изнад тла, и износи $V_z = 22\,{}^{m}/_{S}$ (притисак ветра $600\,{}^{N}/_{m^2}$), према постојећим нормативним документима у Србији.

Густину ваздуха одређујемо помоћу наредне формуле:

$$\rho = 1{,}225 \cdot \left(\frac{288}{T}\right) \cdot \exp(-1{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot h)$$

Где је T температура изражена у степенима K, а h висина на којој рачунамо густину ваздуха изражена у m. Густина ваздуха је $1{,}225\,{}^{kg}/_{m^3}$ на $15℃$ и $600m$ надморске висине

Сила којом ветар делује по дужном метру проводника одређује се на основу наредне формуле:

$$F'_{wCW} = q_z \cdot G_c \cdot C_c \cdot d$$

где су:

F'_{wCW} –подужна сила којом ветар делује на контактни проводник (N/m)

G_c –узима у обзир покретљивост проводника под дејством ветра. Овај коефицијент узет је са вредношћу 1.

C_c – аеродинамички коефицијент проводника. Усваја се да је овај фактор једнак 1.

d – пречник проводника изражен у m .

Како бисмо узели у обзир утицај вешаљки, стезаљки и Y ужета, који додатно повећавају утицај ветра на отклон контактног проводника, силу којом ветар делује на контактни проводник повећали смо за 15%.

$$F'_w = 1{,}15 \cdot F'_{wCW}$$

У даљој анализи ознаке имају следеће значење:

H_{CW} – сила затезања контактног проводника

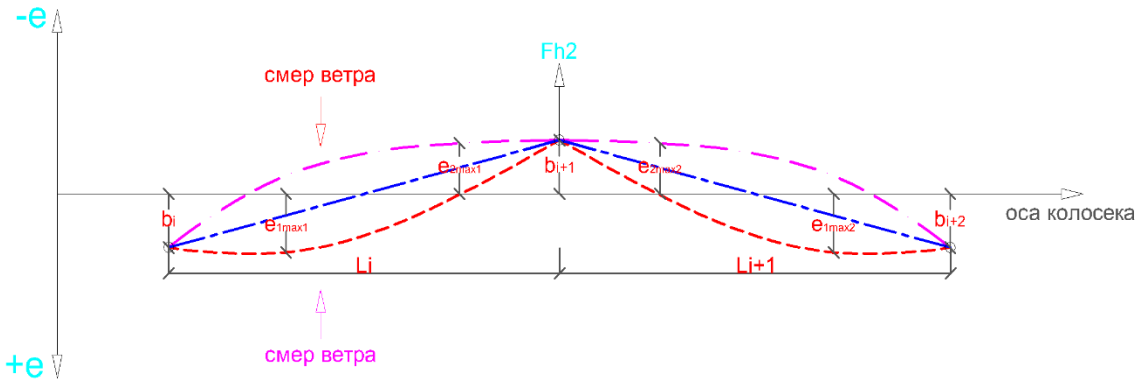
b_i – полигонација

L_i – распон између две тачке вешања

e_{max} – максималан отклон контактног проводника под дејством ветра

F_{H2} – сила ветра која се са контактног проводника преноси на носећу конструкцију

-колосек у правцу:

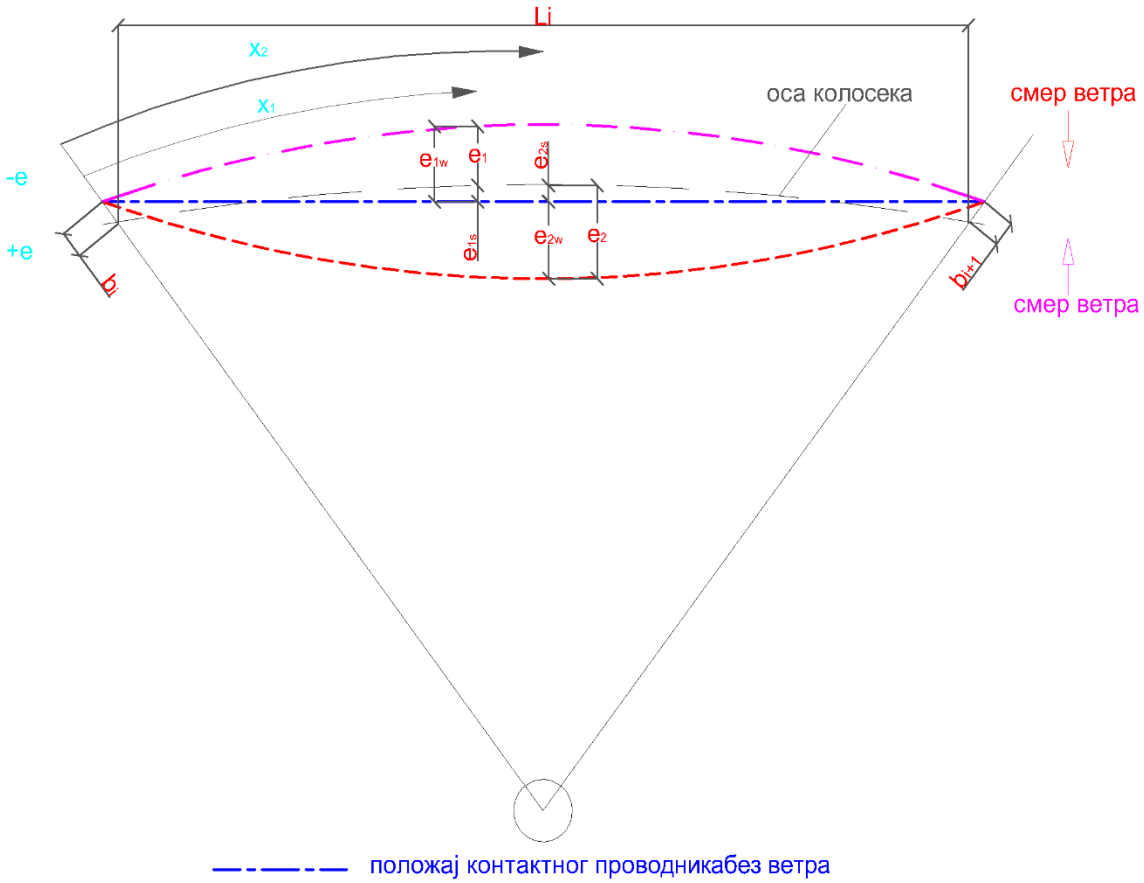


Максималан отклон проводника под дејством ветра, као и сила која се са контактног проводника преноси на носећу конструкцију одређује се на основу наредних формуле:

$$e_{max} = F'_w L_i^2/(8H_{CW}) + (b_i - b_{i+1})^2/(2F'_w L_i^2) + (b_i + b_{i+1})/2$$

$$F_{H2} = H_{CW} \cdot [(b_i - b_{i+1})/L_i + (b_{i+2} - b_{i+1})/L_{i+1}]$$

-колосек у кривини:



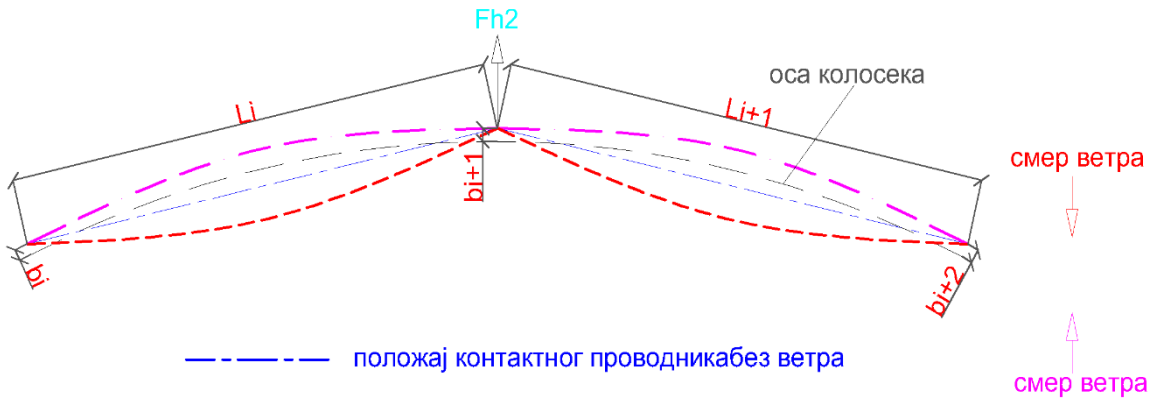
максималан отклон проводника када ветар дува са унутрашње стране кривине:

$$e_{1max} = (1/R - F'_W/H_{CW})L_i^2/8 + (b_{i+1} - b_i)^2/\left(2L_i^2(1/R - F'_W/H_{CW})\right) + (b_i + b_{i+1})/2$$

-максималан отклон проводника када ветар дува са спољашње стране кривине:

$$e_{2max} = (1/R + F'_W/H_{CW})L_i^2/8 + (b_{i+1} - b_i)^2/\left(2L_i^2(1/R + F'_W/H_{CW})\right) + (b_i + b_{i+1})/2$$

-сила ветра која се са контактног проводника преноси на носећу конструкцију:



Сила ветра који се са контактног проводника преноси на носећу конструкцију дат је наредним изразом:

$$F_{H2} = H_{CW} \cdot [(b_i - b_{i+1})/L_i + (b_{i+2} - b_{i+1})/L_{i+1}] + H_{CW} \cdot [(L_i + L_{i+1})/(2R)]$$

$$80\text{N} \leq \text{F}_{\text{H2}} \leq 2500\text{N}$$

У овој анализи усвојено је да је сила затезања контактног проводника $\text{H}_{\text{CW}} = 12\text{kN}$.

Максимална дижина распона рачуна се из:

$\text{e}_{2\text{max}} \leq \text{e}_{\text{per}}$

Приликом одређивања максималног распона потребно је водити рачуна да максимални отклон проводника буде мањи од дозвољеног. Узимајући у обзир све потребне податке долазимо до израза за максималан распон:

$$\text{L}_{\text{imax}} = \sqrt{2 \cdot \text{H}_{\text{CW}}/(\text{F}'_{\text{W}} + \text{H}_{\text{CW}}/\text{R})\left(2 \cdot \text{e}_{\text{per}} - \text{b}_{\text{i}} - \text{b}_{\text{i+1}} + \sqrt{\left(2 \cdot \text{e}_{\text{per}} - \text{b}_{\text{i}} - \text{b}_{\text{i+1}}\right)^2 - (\text{b}_{\text{i}} - \text{b}_{\text{i+1}})^2}\right)}$$

L_{iapp} подразумева распон коришћен у пројекту који је обично 5-10m мањи него L_{imax} из и који се одређује према искуству. Параметар e_{max} је потом израчунат према L_{iapp} и изабраним полигонацијама, и отклон контактног проводника је мањи од e_{per}.

Узимајући у обзир различите полупречнике кривине, дозвољене отклоне као и полигонације добијамо различите вредности максималних распона који ће бити приказани у наредној табели.

Полупречник кривине (m)	e_{per} (m)	e_{max} (m)	b_i (m)	b_{i+1} (m)	L_{imax} (m)	L_{iapp} (m)	F_{H2}(N)
∞	0.400	0.298	-0.200	+0.200	66	60	160
20000	0.400	0.297	-0.200	+0.200	64	60	196
10000	0.400	0.317	-0.200	+0.200	62	60	232
7000	0.399	0.334	-0.200	+0.200	60	60	263
5000	0.382	0.283	-0.100	+0.100	59	55	219
4000	0.374	0.204	-0.100	-0.100	64	55	165
3000	0.370	0.225	-0.100	-0.100	61	55	220
2500	0.362	0.250	-0.100	-0.100	59	55	264
2000	0.340	0.170	-0.150	-0.150	58	50	300
1800	0.336	0.187	-0.150	-0.150	56	50	333
1600	0.328	0.209	-0.150	-0.150	54	50	375
1400	0.328	0.187	-0.200	-0.200	55	50	429
1200	0.327	0.175	-0.250	-0.250	55	50	500
1000	0.327	0.227	-0.250	-0.250	53	50	600
800	0.326	0.199	-0.250	-0.250	49	45	675
600	0.325	0.138	-0.300	-0.300	46	40	800
400	0.323	0.163	-0.300	-0.300	40	35	1050

- <u>Прорачун максималне дужине затезног полупоља</u>

Максимална дужина затезног полупоља контактне мреже одабрана је тако да максимална промена силе затезања на најудаљенијој конзоли од чврсте тачке буде мања од 11%. Како толеранција рада уређаја за аутоматско затезање износи 3%,

промена силе услед закошења конзоле, као и услед трења у лежиштима конзоле може износити максимално 8%.

Максимална промена силе услед закошења конзоле, на последњој конзоли у преклопу, рачуна се из:
$\Delta H_{Ri} = F_{Ri}\Delta L_i / l_{Ali}$

где је:
F_{Ri} (N) - сила које делује радијално на полигонатор, и која износи: $H \cdot l/\mathrm{R}$
ΔL_i (m)-промена дужине контактног проводника услед температурне промене, која износи: $\alpha \cdot L_{Fi} \cdot \Delta T$
l_{Ali} (m) -дужина конзоле од 3,1m
α (1/°C) – термички коефицијент ширења који износи 1,7*10^{-5} 1/°C
l_{Fi} (m) - растојање између конзоле и чврсте тачке
$\Delta T(K)$- температурни опсег за померај конзоле из равнотежног положаја, који износи 50K (за температурни опсег од -20°C до +80°C, нормални положај на +30°C)

Под претпоставком да су све конзоле у кривини, и да се сила услед закошења конзола мења постепено од чврсте тачке до последње конзоле у преклопу, промена силе за максималне усвојене дужине полупоља, дата је у табели испод:

R – радијус кривине (m):	*l* –дужина распона (m):	l_{Ali} -дужина конзоле (m):	H – сила затезања (N):	Дужина затезног полупоља (m):	Промена силе (%):
7000	60	3,1	12000	750	0,93
5000	55	3,1	12000	750	1,32
4000	55	3,1	12000	750	1,66
3500	55	3,1	12000	750	1,89
3000	55	3,1	12000	750	2,21
2500	55	3,1	12000	750	2,65
2000	50	3,1	12000	750	3,36
1800	50	3,1	12000	750	3,73
1600	50	3,1	12000	750	4,20
1400	50	3,1	12000	750	4,80
1200	50	3,1	12000	750	5,60
1000	50	3,1	12000	750	6,72
800	45	3,1	12000	680	6,91
600	40	3,1	12000	590	6,91
400	35	3,1	12000	490	7,10

➢

➢ <u>Прорачун пројектоване висине контактног проводника</u>

У складу са одредбама тачака 4.2.9.1 TSI ENE и 5.10.4 EN50119, висина контактног проводника од горње ивице шине (ГИШ) је:

- нормално пројектована: 5,50 m
- минимално дозвољена: 5,00 m

За минимално дозвољену висину контактног проводника подразумева се минимални трајни положај контактног проводника у било којој тачки распона изнад ГИШ-а, при максималном деловању леда на возни вод контактне мреже.

У следећој табели показано је да усвојена минимално дозвољена висина контактног проводника од 5,00m испуњава потребне услове:

Теоретска минимална дозвољена висина контактног проводника (mm)

	Трајно	Тренутно
Висина кинематичког профила возила GC (mm)	4700	4700
Резерва за издизање колосека (mm)	не предвиђа се на местима где је потребна минимална висина проводника (испод постојећих надвожњака, у постојећим тунелима, и слично)	
Толеранција висине контактног проводника (mm) (према ПТУ за подсистем енергија)	20	20
Динамичко кретање контактног проводника наниже (mm)	-	<50mm
Напонски размак (mm)	270	150
Укупно (mm):	4990	4920

Минимално пројектована висина контактног проводника у тачкама вешања зависи од дужине конкретног распона, и добија се тако што се на минимално дозвољену висину контактног проводника од 5,00m у средини распона, дода угиб проводника од леда:

H_{min} (m) = 5,00+ f_{max} (m)

Угиб возног вода од додатног оптерећења услед дејства леда рачуна се према формули:

$f_{max}=(g'_L/H_{nu}+H_{kp})\cdot L^2/8$,

где су:

f_{max}(m) – угиб контактног проводника услед дејства леда

g'_L(N/m) – подужна тежина услед додатног оптерећења од леда на возном воду, које за примењени возни вод износи 13,3N/m

H_{nu} и H_{kp} (N) - затезне силе у носећем ужету и контактном проводнику, које износе 15kN и 12kN респективно

L (m) – дужина конкретног распона

У наредној табели, за одређене дужине распона, дата је минимална могућа пројектована висина контактног проводника у тачкама вешања:

Распон L (m)	Минимална дозвољена висина контактног проводника изнад ГИШ-а (m)	Угиб возног вода од додатног оптерећења услед дејства леда fmax (m)	Минимална пројектована висина контактног проводника у тачкама вешања Hmin(m)
30	5,00	0,055	5,06

40	5,00	0,098	5,10
50	5,00	0,154	5,15
60	5,00	0,221	5,22

➢ Прорачун простора потребног за кретање тегова код уређаја за аутоматско затезање

Предвиђени температурни опсег проводника контактне мреже при раду износи од -20°C до +80°C.

Простор за кретање тегова код уређаја за аутоматско затезање рачуна се према формули:

$s = n \cdot \Delta t \cdot \alpha \cdot L$,

где је:

n – преносни однос уређаја за аутоматско затезање (n=3)

s (m) – простор потребан за кретање тегова код уређаја за аутоматско затезање

Δt (℃) – промена температуре од равнотежног положаја која износи 50 ℃

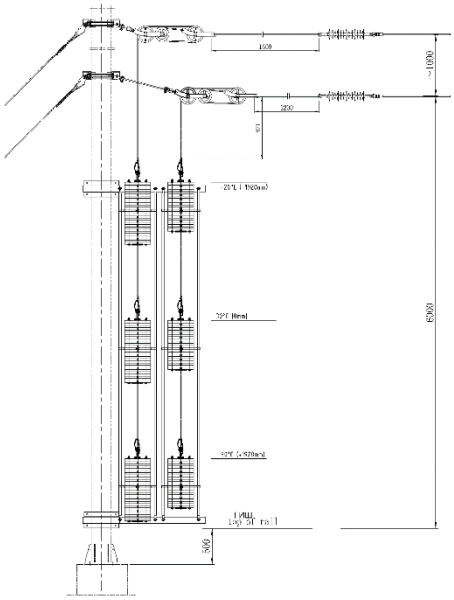
α (1/℃) – температурни коефицијент, који за бакар износи 0,000017 1/℃

L (m) – максимална дужина полупоља контактне мреже која износи 750m

Потребан простор за кретање тегова из равнотежног положаја износи:

$s=3 \cdot 50 \cdot 0{,}000017 \cdot 750 = 1{,}9125$m

Простор за кретање тегова приказан је на слици десно.



➢ Прорачун момента у основи стуба:

Прорачун момента у основи стуба базира се на прорачуну сила које делују на тај стуб. Генерално говорећи, све силе које делују на стуб могу се поделити на силе које делују у вертикалној и хоризонталној равни. Према EN50119 оптерећења се могу поделити на стална, променљива (оптерећење од леда, ветра), додатно оптерећење током одржавања и изградње.

Силе које делују на стуб са једноструком конзолом приказане су у наредној табели:

силе	симболи	оптерећење	формула	напомена
Вертикалне силе	G_x	контактни проводника	$G_x = gl$	*g*- подужно оптерећење у које је укључено и оптерећење од леда *l*- дужина распона
	G_W	конзола		зависи од типа конзоле
	G_F	повратни проводник	$G_F = g_f l$	g_f -подужно оптерећење у које је укључено и оптерећење од леда *l*- дужина распона
	G_H	вешање повратног проводника		зависи од типа вешања
	G_{AW}	додатно оптерећење током одржавања и изградње		1,0kN～2,0kN усвојено према EN50119
Хризонталне силе	P_{VC}	Сила ветра на носеће уже	$P_{VC} = w_{vc} l$	w_{vc} подужно оптерећење од ветра на носеће уже
	P_{VJ}	Сила ветра на контактни проводник	$P_{VJ} = w_{vj} l$	w_{vj} подужно оптерећење од ветра на контактни проводник
	P_{VF}	Сила ветра на повратни проводник	$P_{VF} = w_{vf} l$	w_{vf} подужно оптерећење од ветра на повратни проводник
	P_Z	сила ветра на челично-решеткасти стуб		
	P_{CZ}	Хоризонална компонента од носећег ужета у правцу	$P_{CZ} = T_C \frac{4a}{l}$	a-полигонација у правцу; T_C -сила затезања носећег ужета T_J -сила затезања контактног проводника
	P_{JZ}	Хоризонална компонента од контактног проводника у правцу	$P_{JZ} = T_J \frac{4a}{l}$	
	P_{RC}	Хоризонална компонента од носећег ужета у кривини	$P_{RC} = T_C \frac{l}{R}$	*R*-полупречник кривине *l*-дужина распона
	P_{RJ}	Хоризонална компонента од контактног проводника у кривини	$P_{RJ} = T_J \frac{l}{R}$	
	P_{RF}	Хоризонална компонента од повратног	$P_{RF} = T_F \frac{l}{R}$	T_f -сила затезања повратног проводника

		проводника у кривини		

1. Вертикална оптерећења:
   Подужно оптерећење:

   $g = g_{CA} + g_{CAice} + g_{CW} + g_{CWice} + g_d$;

   g_{CA} - подужна маса носећег ужета;

   g_{CAice} - подужна додатна маса услед леда на носеће уже;

   g_{CW} - подужна маса контактног проводника;

   g_{CWice} - подужна додатна маса услед леда на контактни проводник;

   g_d - подужна маса вешаљки;

$$g_{CAice} = 0{,}9 \cdot \pi \cdot b \cdot (d_{CA} + b_{CA}) \cdot 10^{-3}$$

$$g_{CWice} = 0{,}9 \cdot \pi \cdot b \cdot (d_{CW} + b_{CW}) \cdot 10^{-3}$$

   d_{CA} – пречник носећег ужета;

   d_{CW} –пречник контактног проводника;

   b_{CA} – дебљина цилиндричне коре леда на носећем ужету;

   b_{CW} - дебљина цилиндричне коре леда на контактном проводнику;

   Прорачун вертикалног оптерећења ужета повратног проводника исто је као и прорачун контактног проводника.

2. Хоризонтална оптерећења:

   У складу са EN50119, прорачун силе ветра на проводнике дат је у наставку:

$$w_{vc} = (\rho/2) \cdot G_q \cdot C_t \cdot V_z^2 \cdot G_c \cdot C_c \cdot d_{CA} \cdot (L_1 + L_2)/2$$

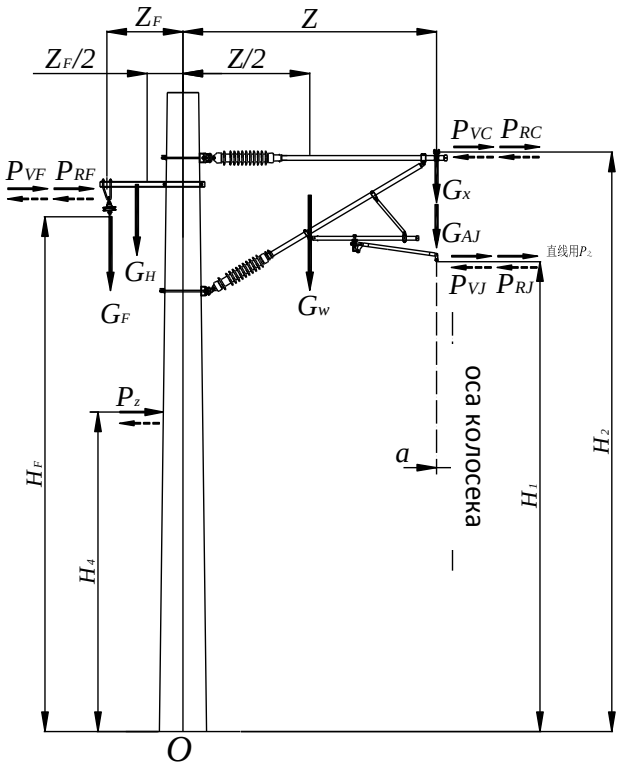
$$w_{vj} = (\rho/2) \cdot G_q \cdot C_t \cdot V_z^2 \cdot G_c \cdot C_c \cdot d_{CW} \cdot (L_1 + L_2)/2$$

$$w_{vf} = (\rho/2) \cdot G_q \cdot C_t \cdot V_z^2 \cdot G_c \cdot C_c \cdot d_f \cdot (L_1 + L_2)/2$$

   Сила ветра на челично-решеткасти стуб:

$$P_z = (\rho/2) \cdot G_q \cdot C_t \cdot V_z^2 \cdot G_z \cdot C_z \cdot A_z$$

   Димензије стуба контактне мреже приказане су на наредној слици:



Моменти савијања у основи стуба могу се прорачунати помоћу наредних формула:

- пруга у правцу

$$M_x = \left(G_X + \frac{G_W}{2} + G_{AW}\right)Z + \left(P_{VC} + P_{CZ}\right)H_2 + \left(P_{VJ} + P_{JZ}\right)H_1 + P_Z H_4$$
$$+P_{VF}H_F - \left(G_F + \frac{G_H}{2}\right)Z_F$$

- стуб на спољашњој страни кривине:

$$M_x = \left(G_X + \frac{G_W}{2} + G_{AW}\right)Z_W + \left(P_{VC} + P_{RC}\right)H_2 + \left(P_{VJ} + P_{RJ}\right)H_1 + P_Z H_4$$
$$+\left(P_{VF} + P_{RF}\right)H_F - \left(G_F + \frac{G_H}{2}\right)Z_F$$

- стуб на унутрашњој страни кривине

$$M_x = -\left(G_X + \frac{G_W}{2} + G_{AW}\right)Z_N + \left(P_{VC} + P_{RC}\right)H_2 + \left(P_{VJ} + P_{RJ}\right)H_1 + P_Z H_4$$
$$+\left(P_{VF} + P_{RF}\right)H_F + \left(G_F + \frac{G_H}{2}\right)Z_F$$

У наредној табели дати су моменти који делују у основи стуба у зависности од дужине распона, полупречника кривине и врсте конзоле (једнострука или двострука):

Полупречник кривине (m)	L_{iapp} (m)	Момент у основи стуба са једноструком конзолом на спољашњој страни кривине (kN · m)	Момент у основи стуба са једноструком конзолом на унутрашњој страни кривине (kN · m)	Момент у основи стуба са двоструком конзолом на спољашњој страни кривине (kN · m)	Момент у основи стуба са двоструком конзолом на унутрашњој страни кривине (kN · m)
∞	60	59.9	59.9	72.7	72.7
20000	60	60.1	51.4	74.7	45.2
10000	60	61.7	53.1	76.9	47.4
7000	60	63.2	54.5	78.8	49.3
5000	55	61.8	53.4	76.9	48.1
4000	55	62.6	54.2	78.1	49.4
3000	55	65.2	56.8	81.7	53.0
2500	55	66.1	57.9	82.8	54.4
2000	50	68.1	59.9	85.4	57.1
1800	50	68.7	60.5	86.2	58.1
1600	50	69.5	61.4	87.1	59.2
1400	50	67.5	59.6	84.5	57.1
1200	50	69.3	61.4	86.7	59.5
1000	50	72.5	64.7	90.4	63.2
800	45	76.8	69.1	95.9	68.9

Одговорни пројектант,

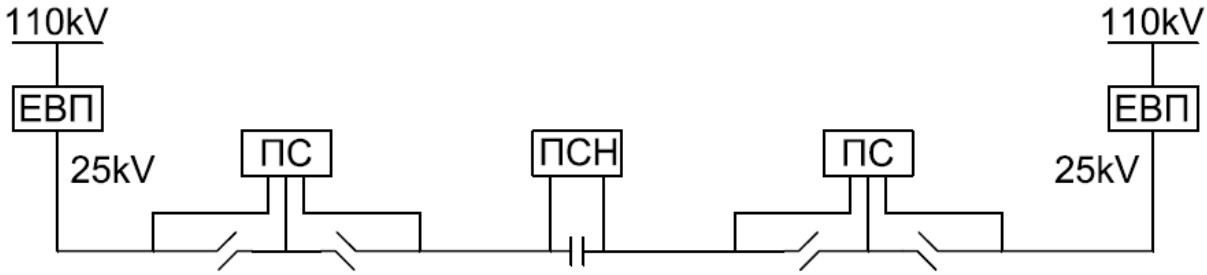
МИЛАН В. МУЖДАЛО, дипл.инж.ел.

.

4/1.1.0.6.4. Прорачун напона додира

1.Систем напајања контактне мреже:

Пруге на мрежи Железница Србије (ЖС) су електрифициране монофазним системом 25kV, 50Hz. Пруга се напаја из електропривредне мреже назначеног напона 110kV преко електровучних подстаница (ЕВП) 110/27,5 kV/kV. У ЕВП-у су инсталирана два електровучна трансформатора одговарајуће снаге. Електровучне подстанице распоређене су на сваких 40-60 km пруге. Свака ЕВП, по правилу напаја по два напојна крака који се сучељавају са напојним крацима суседних ЕВП-а. На месту сучељавања два ЕВП-а поставља се неутрална секција која се може премостити постројењем за секционисање које је лоцирано код неутралне секције. У сваком напојном краку, делу мреже између ЕВП-а и ПСН-а, по правилу поставља се по једно постројење за секционисање које омогућава већу флексибилност мреже. Блок шема напајања контактне мреже приказана је на слици 1.



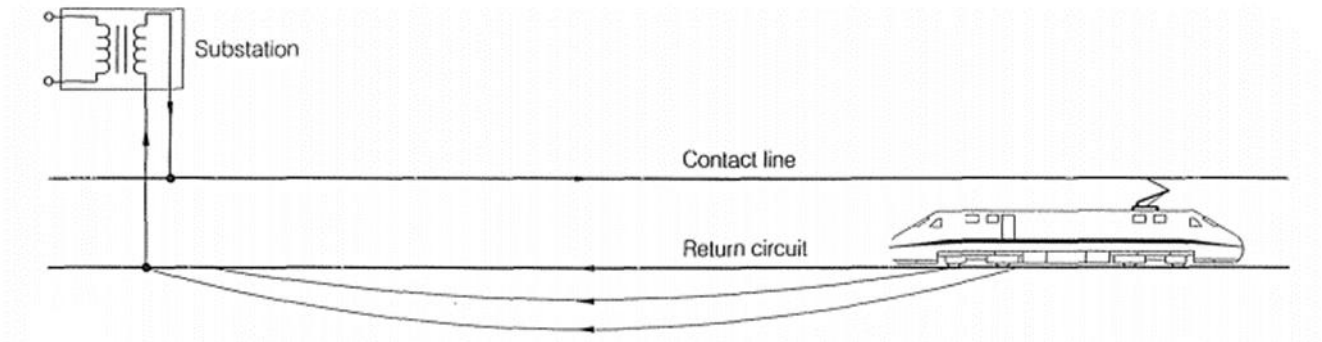
Слика 1

ЕВП - електровучна подстаница
ПСН - постројење за секционисање са неутралном секцијом
ПС - постројење за секционисање

2.Повратни вод:

Електрична енергија, којом се напајају железничка вучна возила, преноси се до пантографа вучног возила возним водом, а натраг до ЕВП враћа се повратним водом. Уколико би шине колосека биле потпуно изоловане од земље сва повратна струја до ЕВП-а текла би кроз њих. Како у стварности шине нису потпуно изоловане од земље део струје из шина одлази у земљу. Колики део струје одлази из шина у земљу зависи од одводности шина-земља. Према [1] одводност шина-земља креће се у опсегу од $0{,}2\,S/km$ до $2\,S/km$. Према [2] одводност шина-земља доминантно зависи од параметара горњег строја (дрвени или бетонски прагови) и од временских услова (лето или зима).

Пример расподеле струја у повратном воду приказан је на слици 2.



Слика 2

Према техничким решењима контактне мреже (КМ), која се користе на мрежи Железница Србије, повратни вод чине: шине, земља, међушински и међуколосечни превези, шински преспоји, кабловски или надземни повратни вод ЕВП као и радно уземљење електровучне подстанице.

Начин реализације повратног вода зависи од система контроле заузетости колосека. На мрежи ЖС примењују се следећа техничка решења контроле заузетости колосека:

- једношинска изолација
- двошинска изолација
- бројачи осовина

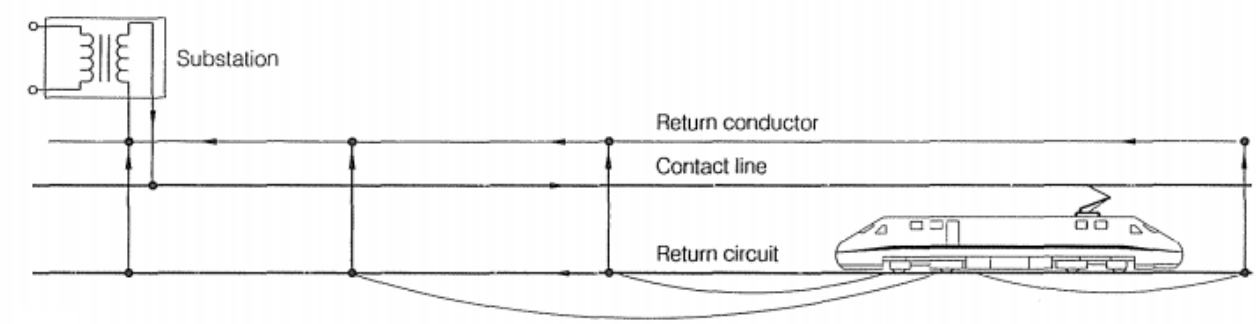
У случају примене једношинске изолације у систем повратног вода улази једна шина колосека, док код двошинске изолације и бројача осовина обе шине једног колосека улазе у систем повратног вода.

Због постојања одводности шина-земља на месту утицања струје у тло долази до повишења потенцијала шина и околног тла што може бити опасно по људе и животиње. Да би расподела потенцијала око шина била што повољнија и губици електричне енергије били што мањи неопходно је да импенданса повратног вода буде такође што мања. У ту сврху суседни крајеви неизолованих шинских тракова се међусобно електрично повезују шинским преспојима, у складу са каталогом ЈЖ, типско решење TR6-508/01. Шински преспоји су израђени од неизолованог бакарног ужета Cu 35 mm² или 50mm², дужине 140 mm. На скретницама је предвиђен одређен број шинских преспоја од неизолованог ужета Cu 35mm², у складу са каталогом ЈЖ, типско решење TR6-509/01, 02 и 03.

У циљу смањења импендансе повратног вода, шине повратног вода се паралелно везују међушинским, односно међуколосечним превезима максимално на сваких 300 m.

Превези се израђују од неизолованог FeZn ужета 95 mm², у складу са каталогом ЈЖ, типско решење TR6-510, односно TR6-512, заварују се на стопу шине, а причвршћују се на праг зависно од врсте прага “U” ексером или траком. Преспоји и превези варе се за шину алуминотермијском методом “CADWELD”. Изгледи међушинског и међуколосечног превеза, који се користе у случају примене контроле заузетости колосека бројачима осовина, приказани су у прилогу 1.

На основу постојеће српске железнице, одељак Нови Сад-Суботица додао је повратни проводник као повратни пут. Повратни проводник је постављен паралелно дуж линије, а кабл за појачавање повезан је паралелно са шином.



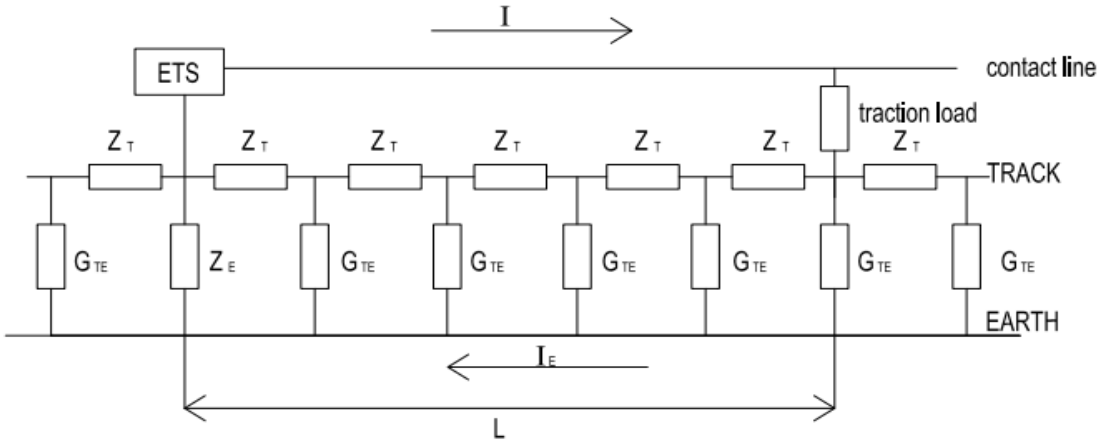
Слика 3

3.Напони додира и корака

Услед отицања струје (радна струја или струја кратког споја) у земљу, које је последица постојања одводности шина-земља, долази до повишења потенцијала шина. Максималне вредности потенцијала шине јављају се на месту утицања струје у шине и у зависности од начина реализације повратног вода и електричних параметара горњег строја могу имати вредности и до неколико стотина волти.

Дозвољене вредности напона додира и корака у зависности од времена трајања истих дефинисане су стандардом EN 50122.

чке пруге и земље, на којем се заснива прорачун потенцијала шине, представљен је на слици 4.



Слика 4

Шина, са својом одводношћу према земљи, представљена је дискретним редним и оточним импедансама. У прорачуну је оточна импеданса, односно њена реципрочна вредност адмитанса, замењена активном одводношћу шина-земља.

У складу са приказаним моделом повратног вода, расподеле струја и потенцијала у повратном воду могуће је добити решавањем следећих диференцијалних једначина:

$$d\dot{U}_{TE} = Z_T \dot{I}_T(x)\mathrm{d}x - Z_{CT}\dot{I}\mathrm{d}x \quad \text{.....(1)}$$

$$\mathrm{d}\dot{I}_T(x) = G_{TE}\dot{U}_{TE}(x)\mathrm{d}x \quad \text{.....(2)}$$

Где су:

$\dot{U}_{TE}$ -потенцијал шине

$\dot{I}_T$ -струја у шини

Z_T - сопствена импеданса контуре шине-земља

G_{TE} -одводност шина-земља

Z_{CT} - међусобна импеданса петљи возни вод-земља и шина-земља

Општа решења диференцијалних једначина 1 и 2 имају следећи облик:

$$\dot{U}_{TE} = Ae^{\gamma x} + Be^{-\gamma x} \quad \text{.....(3)}$$

$$\dot{I}_T(x) = k\dot{I} + \frac{1}{Z_0}(Ae^{\gamma x} - Be^{-\gamma x}) \quad \text{.....(4)}$$

k -коефицијент распростирања $k = Z_{CT}/Z_T$

γ -коефицијент ширења шине,, $\gamma = \sqrt{Z_T G_{TE}}$

Z_0 -пренапонска импеданција железничко-земљаног круга $Z_0 = \sqrt{Z_T / G_{TE}}$

A, B-интегралне константе

Једначина 3 и 4 дефинишу промену напона и струје дуж шине. Константе А и В одређујемо из почетних услова. Почетне услове дефинишемо у тачкама $x=0$ и $x=L$. По претпоставком да се шина протеже бесконачно, у тачкама $x = 0$, $\dot{U}_{TE}(0) = [\dot{I}_T(0) - \dot{I}](Z_0 // Z_E)$, Z_E је отпорност вучне подстанице на земљу.За почетне услове дефинисане у тачкама $x = 0$ и $x = L$ константе А и В имају следећи облик:

$$A = \frac{1}{2}(1-k)Z_0\dot{I}_0 e^{-\gamma L}$$

$$B = -\frac{(1-k)Z_0}{2}\cdot\frac{2Z_E + Z_0 e^{-\gamma L}}{Z_0 + 2Z_E}\dot{I}$$

Увођењем израза за константе А и В у једначине 3 и 4 добијамо изразе за прорачун потенцијала шина и струје у шинама.

$$\dot{U}_{TE}(x) = \frac{(1-k)Z_0\dot{I}}{2}\cdot[e^{-\gamma(L-x)} - \frac{(2Z_E + Z_0 e^{-\gamma L})e^{-\gamma x}}{Z_0 + 2Z_E}] \quad \text{. .....(5)}$$

$$\dot{I}_T(x) = k\dot{I} + \frac{(1-k)\dot{I}}{2}\cdot[e^{-\gamma(L-x)} + \frac{(2Z_g + Z_0 e^{-\gamma L})e^{-\gamma x}}{Z_0 + 2Z_g}] \quad .....(6)$$

Посматрањем једначине 6 можемо закључити да се струја шине састоји из две компоненте, прва је променљива и зависи од растојања електровучног возила од ЕВП-а, а друга је константна и зависи само од електромагнетне спреге петље возни вод-земља и петље шина-земља. Приликом прорачуна потенцијала шина битан је променљиви део струје шине зато што тај део струје одлази у земљу и изазива повишење потенцијала.

За систем директног храњења и систем директног храњења са повратним проводником, због различитих система повратка, горњи ЗТ и ЗЦТ морају се израчунати одвојено.

За самоимпеданцију вишеструког круга проводника и земље, као што је ЗТ у систему директног храњења, може се израчунати према једначини 7:

$$z_1 = r_1 + 0.049 + j0.1446\lg\frac{D_g}{R_{\varepsilon 1}} \quad .....(7)$$

r_1-Отпор више проводника，Ω/km;

D_g- Еквивалентна дубина вишеструког круга проводник-земља；

$R_{\varepsilon 1}$- Еквивалентни радијус паралелног проводника.

Еквивалентна дубина Дг круга више проводника и земље може се израчунати према једначини 8

$$D_g = 90\sqrt{\rho_E} \quad （m） \quad \text{for f=50Hz} \quad .....(8)$$

Еквивалентни радијус паралелног проводника Рε1 може се израчунати према једначини 9:

$$R_{\varepsilon 1} = \sqrt[n^2]{\prod_{i=1}^{n} R_{\varepsilon i} \prod_{\substack{i,j=1 \\ j\neq i}}^{n} d_{ij}} \quad （mm） \quad .....(9)$$

ρ -Отпорност Земље，（Ωm）；

$R_{\varepsilon i}$- Еквивалентни радијус проводника i，mm；

d_{ij}-Просторна удаљеност између проводника и и проводника j，mm.

За међусобну импедансу између два вишеструка циркута проводник-земља, као што је Z_{CT} у систему директног храњења или у систему директног храњења са повратним проводником, може се израчунати према једначини 10:

$$z_{12} = 0.05 + j0.1446\lg\frac{D_g}{D_{12}} \quad .....(10)$$

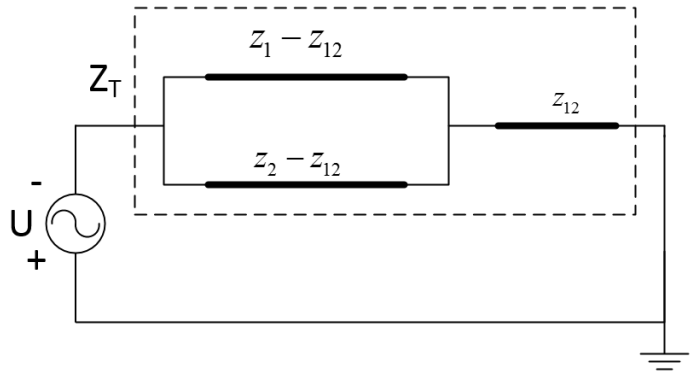
D_{12}-Еквивалентна удаљеност између две групе проводника, може се израчунати према једначини 11:

$$D_{12} = \sqrt[n\times m]{\prod_{i=1,j=1}^{n',m''} d_{ij}} \quad .....(11)$$

n-Број проводника прве групе круга проводник-земља;

m- t Број проводника друге групе круга проводник-земља.

Самоимпеданција ЗТ у систему директног храњења са повратним проводником може бити представљена поједностављеним еквивалентним кругом приказаним на слици. 5.



Слика 5 Поједностављени еквивалентни круг повратног проводника и круга шина-земља

Z_1- Самоимпеданција коло-земљаног круга, израчуната према формули (7);

Z_2- Самоимпеданција повратног круга проводник-земља, израчуната према формули (7);

Z_{12}-) Узајамна импеданција између круга шина-земља и повратног круга проводник-земља, израчуната према формули (10).

4.Резултати прорачуна:

Прорачун потенцијала шина урађен је за двоколосечну пругу опремљену бројачима осовина у радном режиму и режиму кратког споја. Претпостављено је да су електровучно возило или кратак спој на једном од колосека. Дозвољене вредности напона додира у зависности од времена трајања истих дефинисане су стандардом EN 50122-1.

-Улазни подаци:

отпорности тла су:

1. минимална $\rho = 50\Omega m$
2. нормална $\rho = 100\Omega m$
3. максимална $\rho = 500\Omega m$

Према [1] одводност шина-земља:

1. минимална $G_{TE} = 0.2S/\mathrm{km}$
2. максимална $G_{TE} = 2S/\mathrm{km}$

Висина проводника:

1. контактни проводник: $h_{cw} = 5{,}50m$
2. носеће уже: $h_{ca} = 7{,}10m$
3. Повратни проводникAlČe 240: $h_{rc} = 6{,}3m$

Струјно оптерећење:

1. радни режим: $I_{vv} = 450A$

2. кратак спој

Напомена:

Струје кратког споја које су коришћене у прорачуну нису максималне струје кратког споја већ струје при којима се јавља максималан потенцијал шине.

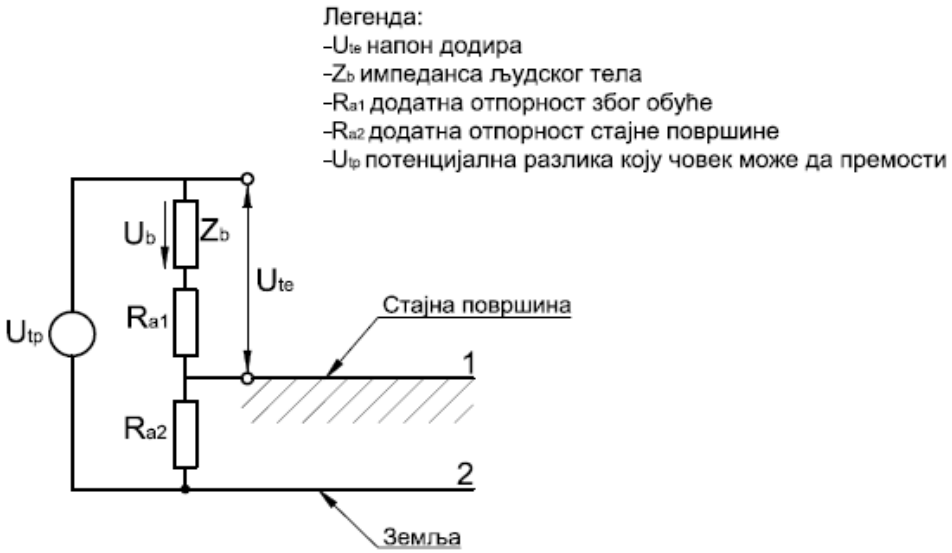
Време трајања квара: $t_k = 0{,}2s$

Тип шине:

1. UIC 60

Заменска шема:

Према стандарду EN 50122-1 заменска шема за прорачун напона додира дата је на слици 7.



Слика 7

-Референтне вредности:

Дозвољене вредности напона додира, према стандарду EN 50122-1, приказане су у табели 1:

t [s]	$U^{l}_{te,max}$ $[V]$	$U^{s}_{te,max}$ $[V]$
>300	60	-
300	65	-
1	75	-
0,9	80	-
0,8	85	-
0,7	90	-
<0,7	-	155
0,6	-	180
0,5	-	220
0,4	-	295
0,3	-	480
0,2	-	645
0,1	-	785
0,05	-	835
0,02	-	865

Табела 1

Прорачун напона додира, којем је човек изложен, урађен је према заменској шеми приказаној на слици 1 уз претпоставку да је:

1. $Z_b + R_{a1} = 1000\Omega + 1000\Omega = 2000\Omega$ за напоне додира трајања до $0{,}7s$
2. $Z_b + R_{a1} = 2200\Omega + 0\Omega = 2200\Omega$ за напоне додира трајања преко $0{,}7s$
3. $R_{a2} = \rho_s \cdot 1{,}5m^{-1}$
4. ρ_s- специфична отпорност стајне површине

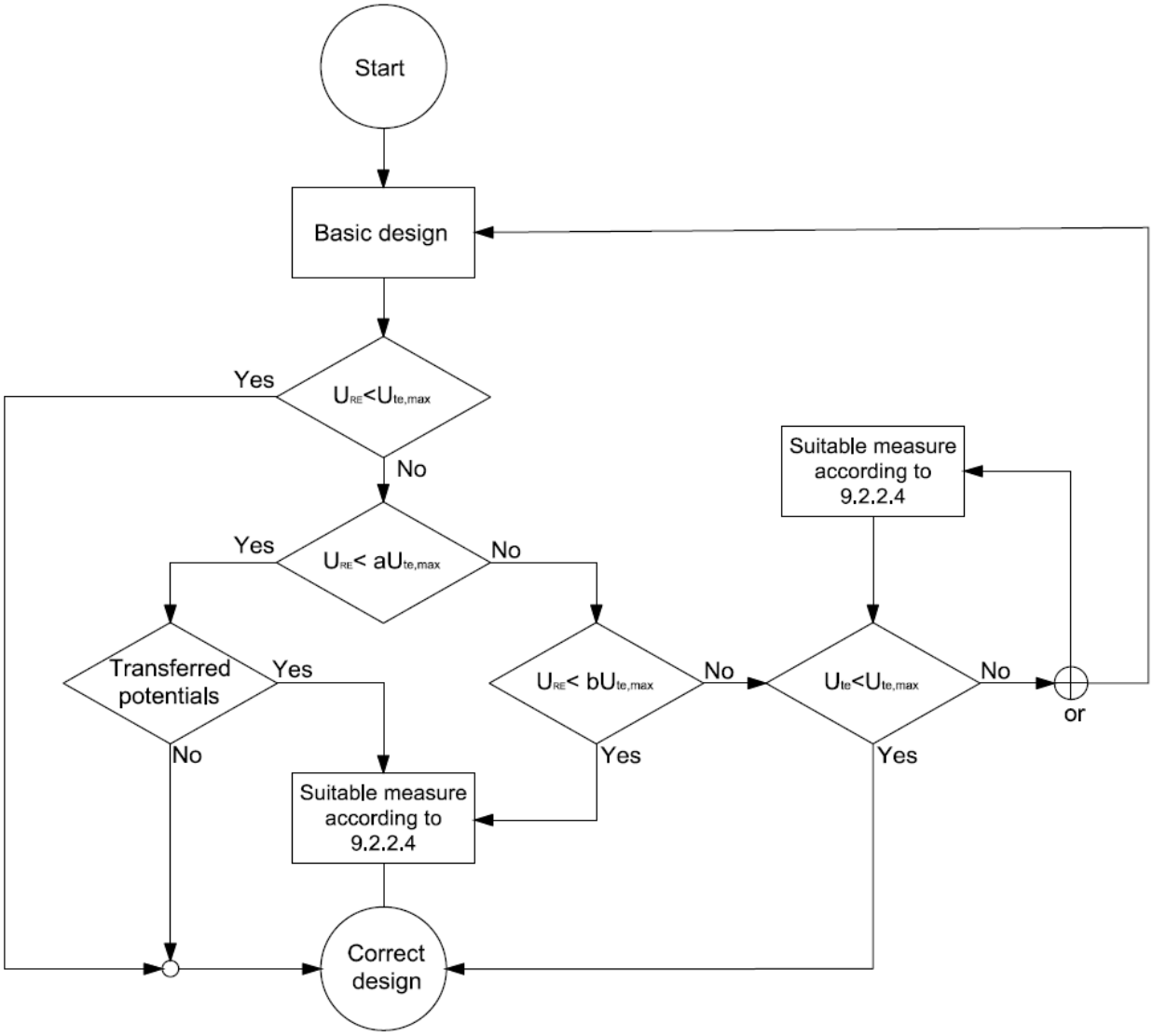
Вредности за Z_b, R_{a1} као и формула за R_{a2} преузете су из стандарда EN 50122-1.

$$U_{te} = \frac{Z_b + R_{a1}}{Z_b + R_{a1} + R_{a2}} \cdot U_{tp}$$

U_{tp} corresponds to U_{RP} of figure 8.

-Анлиза резултата добијених прорачуном:

Алгоритам за проверу потенцијала шина и напона додира приказан је на слици 9.



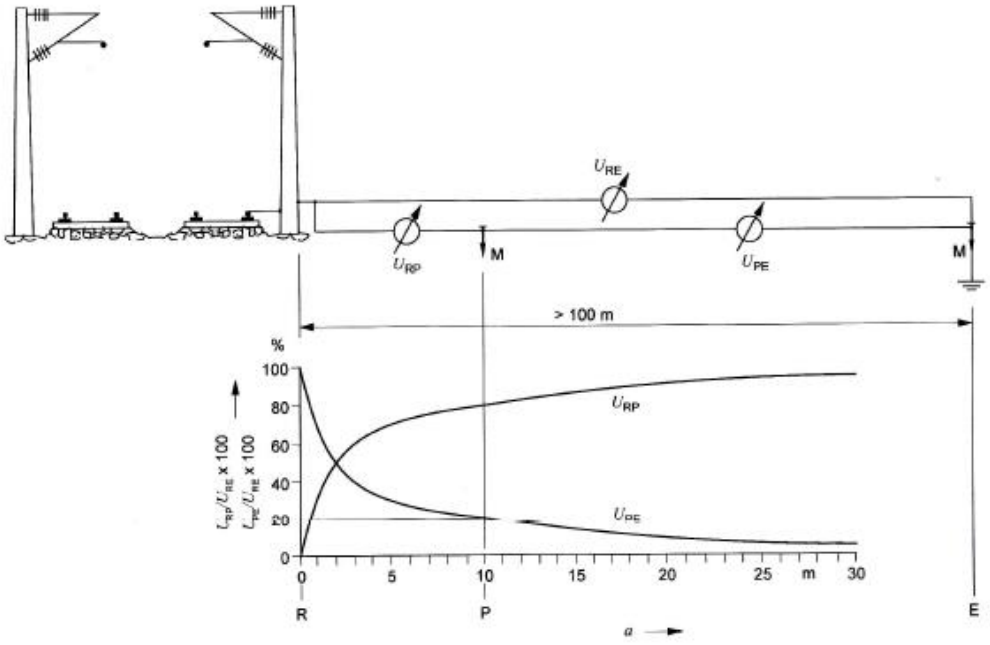
Слика 9

Напомена: Алгоритам за проверу потенцијала шина и напона додира преузет је из стандарда EN 50122-1.

Ознаке са слике 3 имају следеће значење:

1. U_{RE}-потенцијал шине према референтној земљи
2. $a = 2$, вредност коефицијента a дефинисана је стандардом EN 50122-1
3. $b = 3{,}3$, вредност коефицијента b дефинисана је стандардом EN 50122-1
4. U_{te}-напон додира добијен прорачуном
5. $U_{te,max}$ -напон додира дефинисан стандардом EN 50122-1, за радни режим дозвољени напон додира је $60V$, а за кратак спој који се искључује унутар $0{,}2s$ $645V$

Водеће вредности за градијент потенцијала шине мерене под правим углом далеко од стазе ц вучних система, где су покретне шине директно уземљене, дате су на слици 7 и табели 2 за хомогени отпор тла



Key

a	distance between running rail (mast) and measuring point
E	earth
M	measuring electrode
P	measuring point
R	rail
U_{RE}	rail potential
U_{RP}	voltage between running rail (mast) and measuring point
U_{PE}	voltage between measuring point and earth

6.

7. Figure8

8.

9. Table 2 Guide values for the rail potential gradient

a m	$U_{PE}/U_{RE}\times 100$ %	$U_{RP}/U_{RE}\times 100$ %
1	70	30
2	50	50
5	30	70
10	20	80
20	10	90
50	5	95
100	0	100

a удаљеност између шине за трчање (јарбол) и мерне тачке
U_{RE} железнички потенцијал
U_{RP} напон између шине (јарбола) и мерне тачке
U_{PE} напон између мерне тачке и земље

According to the results obtained from calculation, the maximum value of rail potential, for operating mode, The rail potential with return conductor is less than 60V. Maximum rail potential, for short circuit mode, arises at rail-earth conductivity of $G_{TE}=0.2S/\mathrm{km}$, specific soil resistivity of $\rho=500\Omega m$, mode with both transformers in operation, and equals 927V. Comparison of the obtained results with the reference values is set forth in the tables 3 and 4

Табела 3: Радни режим

	U_{RE} $[V]$	U_{te} $[V]$	$U_{RE} < U_{te,max}$ $(U_{RE} < 60V)$	$U_{RE} < a \cdot U_{te,max}$ $(U_{RE} < 120V)$	$U_{RE} < b \cdot U_{te,max}$ $(U_{RE} < 198V)$	$U_{te} < U_{te,max}$ $(U_{te} < 60V)$
Са повратним проводником	54.0		requirement met			
U_{te} према потенцијалној разлици између јарбола и тачке на удаљености од 1м од јарбола, $R_{a2} = 150\Omega$, формула 11						

Табела 4: Режим кратког споја

U_{RE} $[V]$	U_{te} $[V]$	$U_{RE} < U_{te,max}$ $(U_{RE} < 645V)$	$U_{RE} < a \cdot U_{te,max}$ $(U_{RE} < 1290V)$	$U_{RE} < b \cdot U_{te,max}$ $(U_{RE} < 2128{,}5V)$	$U_{te} < U_{te,max}$ $(U_{te} < 645V)$
927				испуњен услов	
	258.7				испуњен услов
U_{te} према потенцијалној разлици између јарбола и тачке на удаљености од 1м од јарбола, $R_{a2} = 150\Omega$, формула 11					

На основу претходно приказаног можемо закључити да су прорачунате вредности мање од референтних.

Резултати добијени прорачуном су теоријски и важе за случај двоколосечне пруге са 4 повратне шине, за претпостављене вредности одводности шина-земља, специфичног отпора земље, струје кратког споја... Уколико неке од ових вредности одступају од претпостављених вредности напони додира биће другачије.

У циљу одређивања тачних вредности напона додира потребно је након изградње пруге извршити мерења напона додира. Ако се мерењима добију вредности које су више од вредности дефинисаних стандардом EN 50122-1 потребно је спровести одговарајуће додатне мере заштите од прекомерног напона додира.

Неке од додатних мера које је могуће спровести у циљу смањења опасних напона додира су:

1. изједначење потенцијала
2. повећање отпорности стајних површина
3. додавање посебних уземљивача за обликовање потенцијала

Списак литературе и нормативних докумената

Литература:

1. Општи пројекат контактне мреже монофазног система $25kV, 50H_z$ - Књига 3. Електрични прорачун, Београд јуни 1967.
2. Contact Lines for Electric Railways, 2nd, completely revised and enlarged edition, 2009. Friedrich Kiessling, Rainer Puschmann, Alex Schmieder and Egid Schneider

Нормативни документи:

1. УРЕДБА КОМИСИЈЕ (ЕУ) број 1301/2014 од 18. новембра 2014. Године о техничким спецификацијама интероперабилности подсистема „енергија" железничког система у Унији
2. EN 50122-1:2011. Примене на железници - Стабилна постројења - Електрична безбедност, уземљење и повратни вод.

4/1.1.0.6.1	SUMMARY OF OCS PRICED BILL OF QUANTITIES

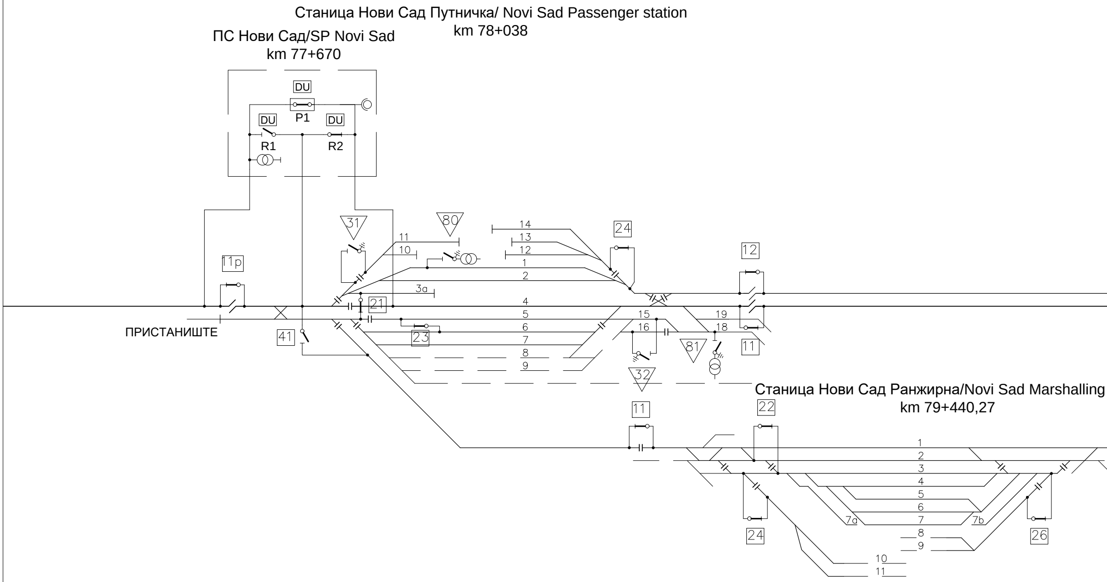
		дин (без ПДВ-а)	дин (са ПДВ-ом)
4/1.1.1	Путничка станица Нови Сад	363918475.3	436702170.4
4/1.1.2	Отворена пруга Нови Сад - Руменка	479,803,896.98	575,764,676.37
4/1.1.3	Станица Руменка	162206511.4	194647813.7
4/1.1.4	Отворена пруга Руменка - Кисач	167141775.3	200570130.4
4/1.1.5	Станица Кисач	154082353.5	184898824.2
4/1.1.6	Отворена пруга Кисач - Степановићево	180877786.3	217053343.5
4/1.1.7	Станица Степановићево	109200787.1	131040944.5
4/1.1.8	Отворена пруга Степановићево - Змајево	136228797.1	163474556.5
4/1.1.9	Станица Змајево	153309811.6	183971773.9
4/1.1.10	Отворена пруга Змајево – Врбас Нова	348271997.8	417926397.4
4/1.1.11	Станица Врбас Нова	169999628	203999553.6
4/1.1.12	Станица Врбас	166827327.2	200192792.7
4/1.1.13	Отворена пруга Врбас Нова - Ловћенац	539965262	647958314.3
4/1.1.14	Станица Ловћенац	153997130.4	184796556.5
4/1.1.15	Отворена пруга Ловћенац - Бачка Топола	429750147.3	515700176.8
4/1.1.16	Станица Бачка Топола	236059303.7	283271164.4
4/1.1.17	Отворена пруга Бачка Топола - Жедник	407307137.3	488768564.8
4/1.1.18	Станица Жедник	167624362.9	201149235.5
4/1.1.19	Отворена пруга Жедник - Наумовићево	290736194.1	348883433
4/1.1.20	Станица Наумовићево	189296453.8	227155744.5
4/1.1.21	Отворена пруга Наумовићево - Суботица путничка	322156242.7	386587491.2
4/1.1.22	Ранжирна - Путничка станица Суботица	768,181,809.90	921,818,171.88
4/1.1.23	Отворена пруга Суботица путничка - државна граница	272274426.4	326729311.7

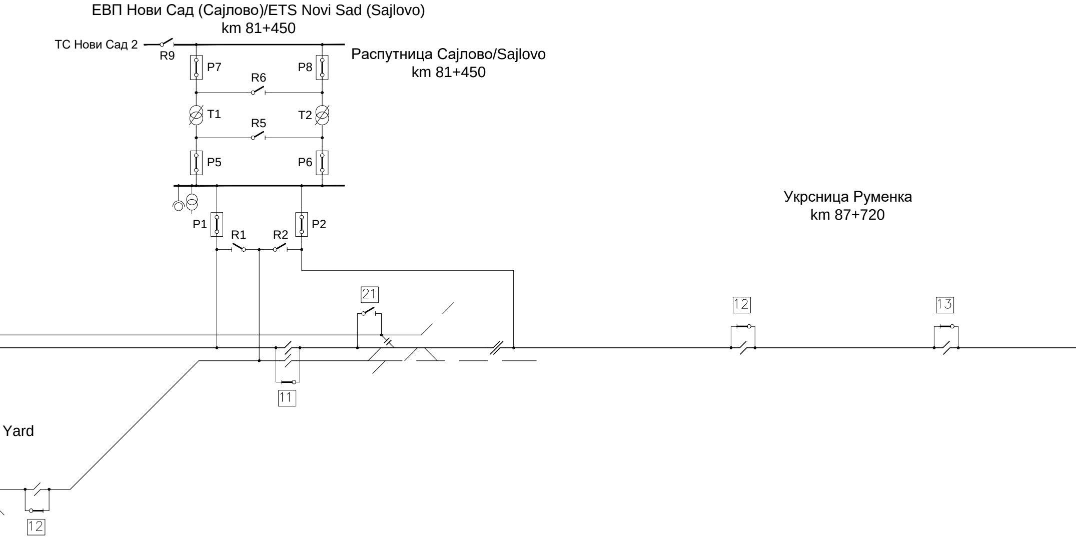
	RSD	RSD (VAT included (20%))
УКУПНО (RSD)	**6363643208**	**7636371849**
1€ = 120rsd (EUR)	**53030360.06**	**63636432.08**

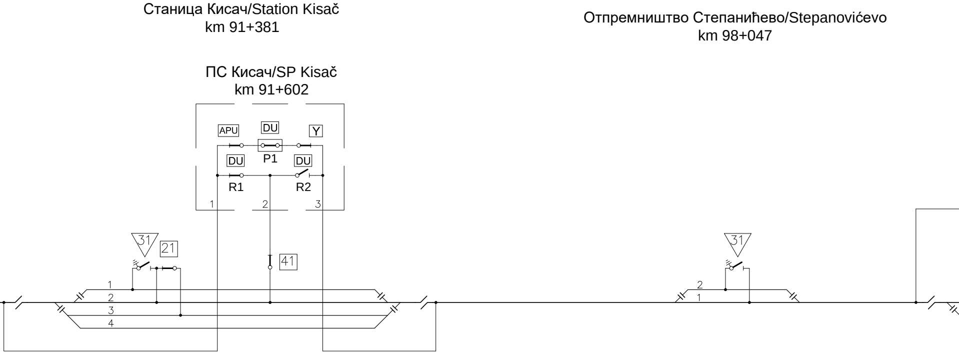
Responsible designer

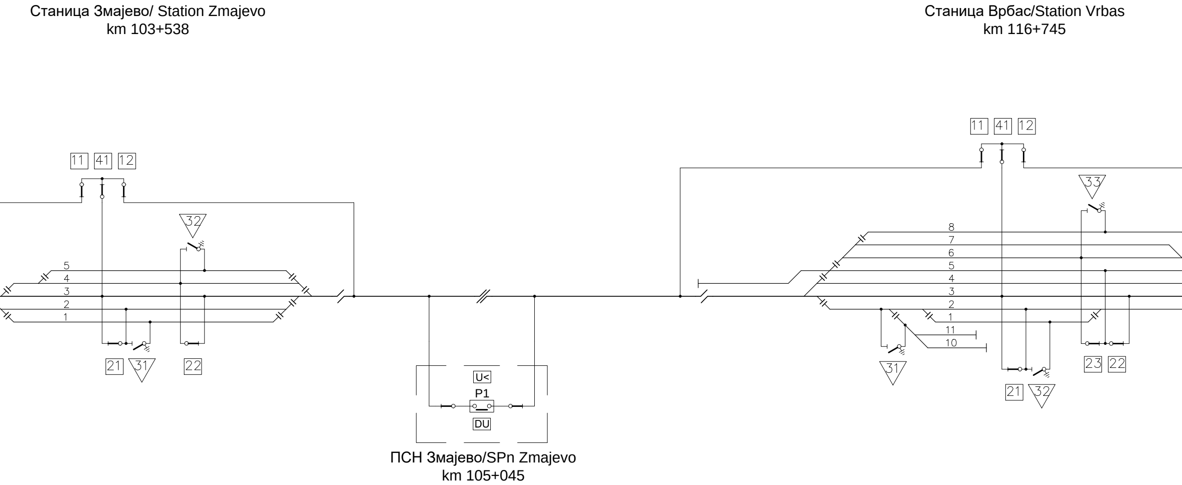
MILAN V. MUŽDALO, Grad. Electrical Eng

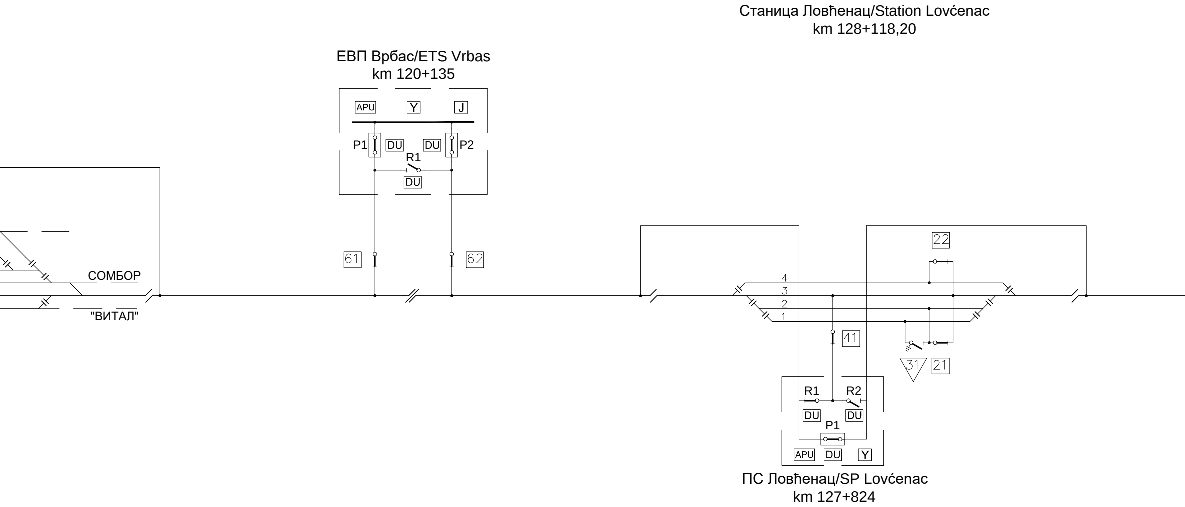
4/1-1.0.7 ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА


Станица Нови Сад Путничка/ Novi Sad Passenger station
km 78+038
ПС Нови Сад/SP Novi Sad
km 77+670
DU
P1
DU
R1
DU
R2
11p
ПРИСТАНИШТЕ
41
31
21
80
23
11
10
14
13
12
1
2
3a
4
5
6
7
8
9
24
15
16
19
18
12
11
81
32
Станица Нови Сад Ранжирна/Novi Sad Marshalling
km 79+440,27
11
22
1
2
3
4
5
6
7
7a
7b
8
9
10
11
24
26


ЕВП Нови Сад (Сајлово)/ETS Novi Sad (Sajlovo)
km 81+450
ТС Нови Сад 2
R9
Распутница Сајлово/Sajlovo
km 81+450
P7
P8
R6
T1
T2
R5
P5
P6
P1
P2
R1
R2
Укрсница Руменка
km 87+720
21
12
13
11
Yard
12

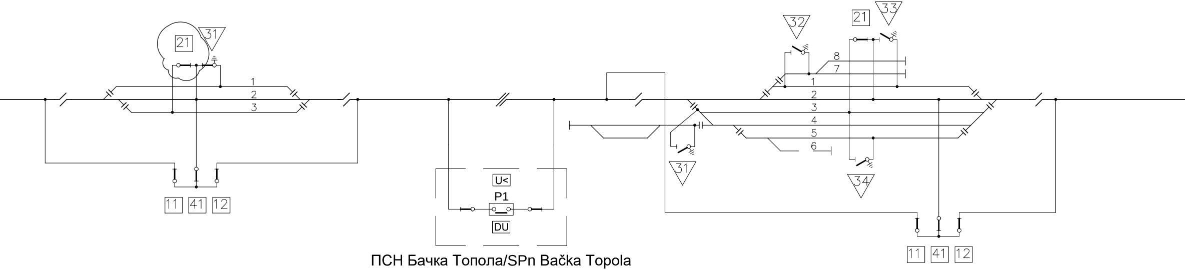

Станица Кисач/Station Kisač
km 91+381
ПС Кисач/SP Kisač
km 91+602
APU
DU
Y
P1
DU
DU
R1
R2
1
2
3
31
21
41
1
2
3
4
Отпремништво Степанићево/Stepanovićevo
km 98+047
31
2
1


Станица Змајево/ Station Zmajevo
km 103+538
11
41
12
32
5
4
3
2
1
21
31
22
U<
P1
DU
ПСН Змајево/SPn Zmajevo
km 105+045
Станица Врбас/Station Vrbas
km 116+745
11
41
12
33
8
7
6
5
4
3
2
1
11
10
31
21
32
23
22

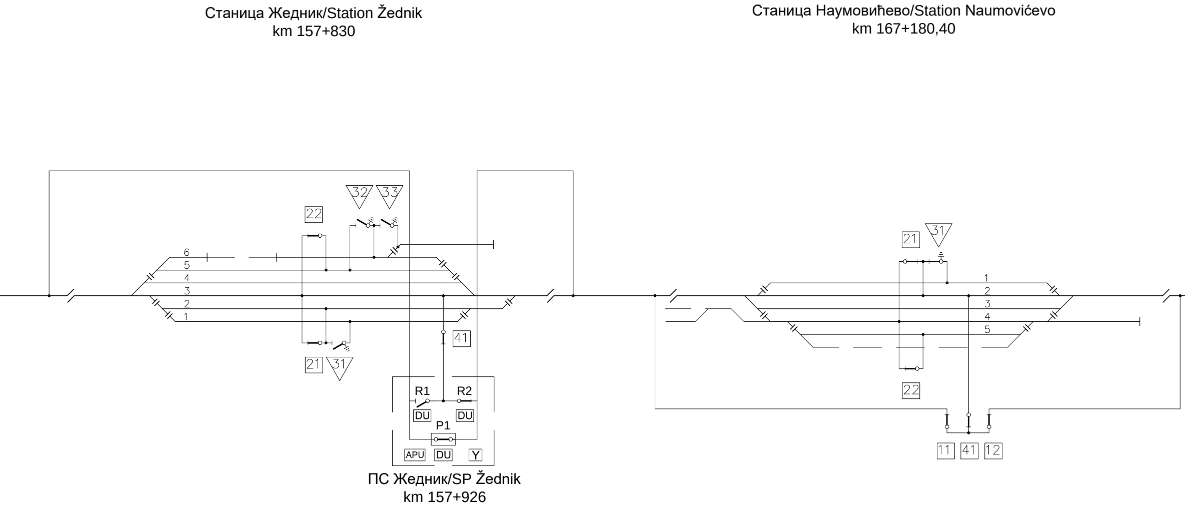

Станица Ловћенац/Station Lovćenac
km 128+118,20
ЕВП Врбас/ETS Vrbas
km 120+135
APU
Y
J
P1
DU
DU
P2
R1
DU
61
62
СОМБОР
"ВИТАЛ"
22
4
3
2
1
41
31
21
R1
R2
DU
DU
P1
APU
DU
Y
ПС Ловћенац/SP Lovćenac
km 127+824

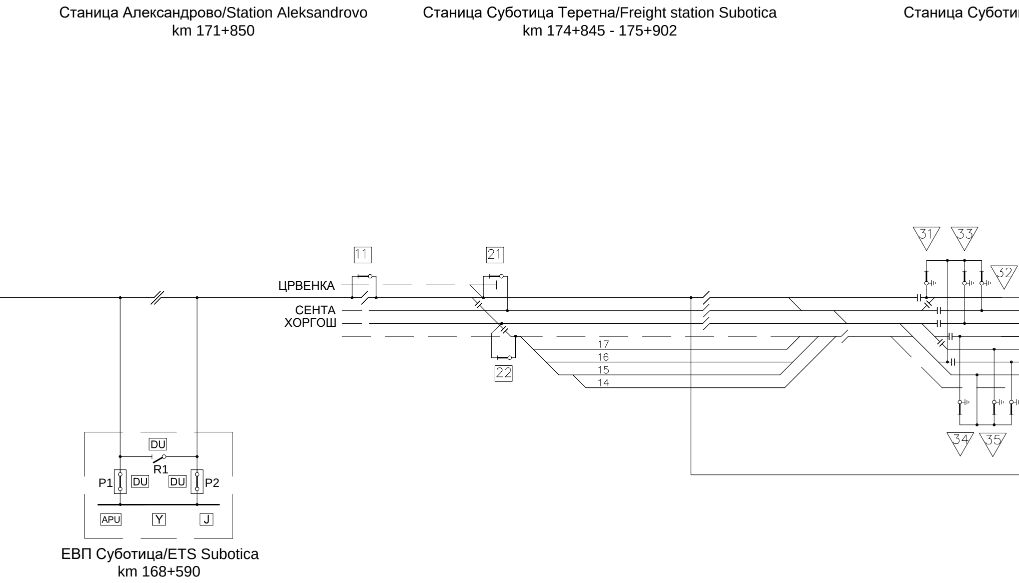
Станица Мали Иђош Поље/Station Mali Iđoš Polje
km 136+163

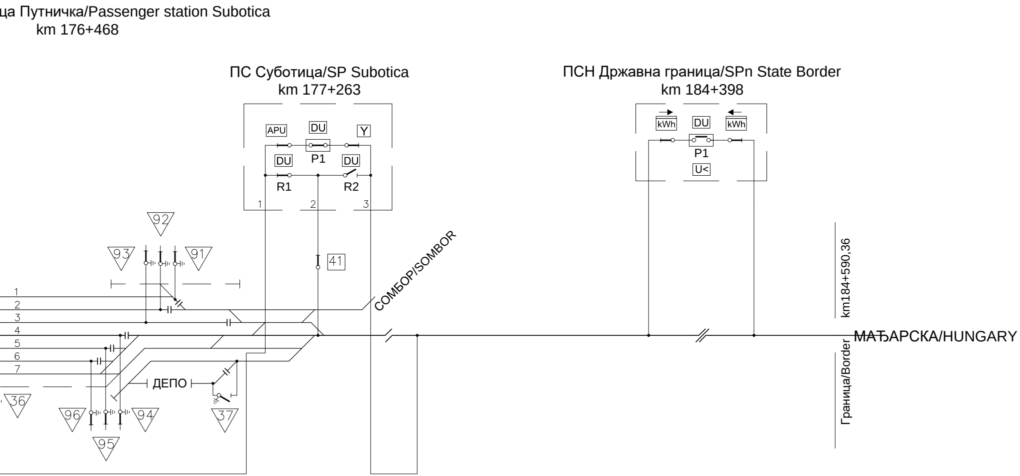
Станица Бачка Топола/Station Bačka Topola
km 144+198,50


21
31
1
2
3
11
41
12
U<
P1
DU
32
21
33
8
7
1
2
3
4
5
6
31
34
11
41
12

ПСН Бачка Топола/SPn Bačka Topola
km 142+745


Станица Жедник/Station Žednik
km 157+830
Станица Наумовићево/Station Naumovićevo
km 167+180,40
32
33
22
6
5
4
3
2
1
21
31
41
R1
R2
DU
DU
P1
APU
DU
Y
ПС Жедник/SP Žednik
km 157+926
21
31
1
2
3
4
5
22
11
41
12


Станица Александрово/Station Aleksandrovo
km 171+850
Станица Суботица Теретна/Freight station Subotica
km 174+845 - 175+902
Станица Суботи
11
21
ЦРВЕНКА
СЕНТА
ХОРГОШ
22
17
16
15
14
31
33
32
34
35
DU
R1
P1
DU
DU
P2
APU
Y
J
ЕВП Суботица/ETS Subotica
km 168+590


ца Путничка/Passenger station Subotica
km 176+468
ПС Суботица/SP Subotica
km 177+263
APU
DU
Y
DU
P1
DU
R1
R2
1
2
3
ПСН Државна граница/SPn State Border
km 184+398
kWh
DU
kWh
P1
U<
92
93
91
41
1
2
3
4
5
6
7
СОМБОР/SOMBOR
ДЕПО
36
96
94
95
37
km184+590,36
Граница/Border
МАЂАРСКА/HUNGARY

Легенда / Legend

- изоловани преклоп / insulated overlap
- неутрална секција / neutral section
- секциони изолатор / section insulator
- R раставлач са ручним погоном / disconnector with manual drive
- M раставлач са моторним погоном и даљинским управљањем / disconector with motor drive and remote control
- R раставлач са ручним погоном и ножем за уземљење / disconector with manual drive and earthing knife
- постојећи електрифицирани колосеци / existing electrified tracks
- постојећи неелектрифицирани колосеци / existing non-electrified tracks
- постојећи и нови колосеци који се електрифицирају / existing and new tracks to be electrified
- нови неелектрифицирани колосеци / new non-electrified tracks

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
03		
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:

лиценца број: / license No.: 351G09508
Милан Муждало, дипл.инж.ел.

Сарадници: / Associates:

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer:
China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Унутрашња контрола: / Internal control:
Zhang Deyu,M.Sc.E.E

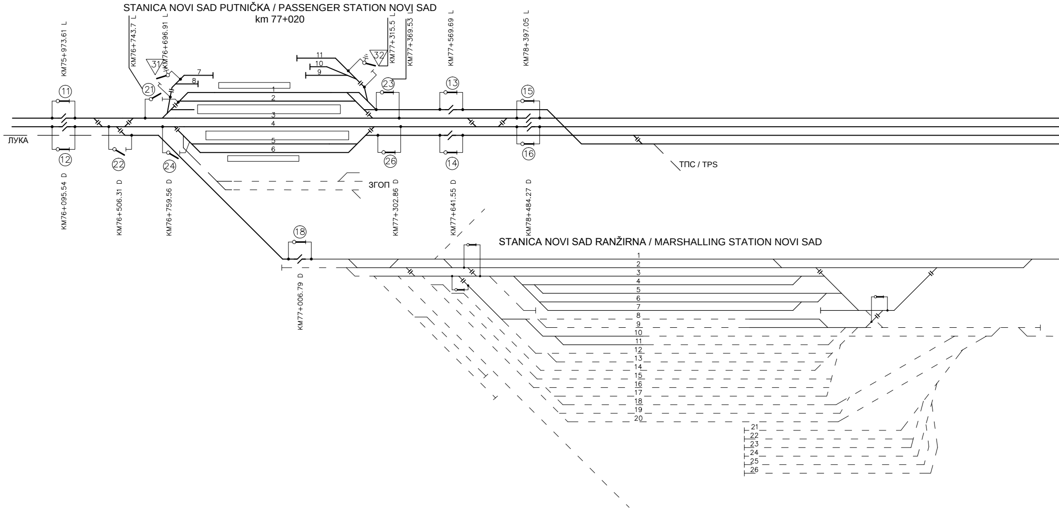
Главни пројектант: / Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

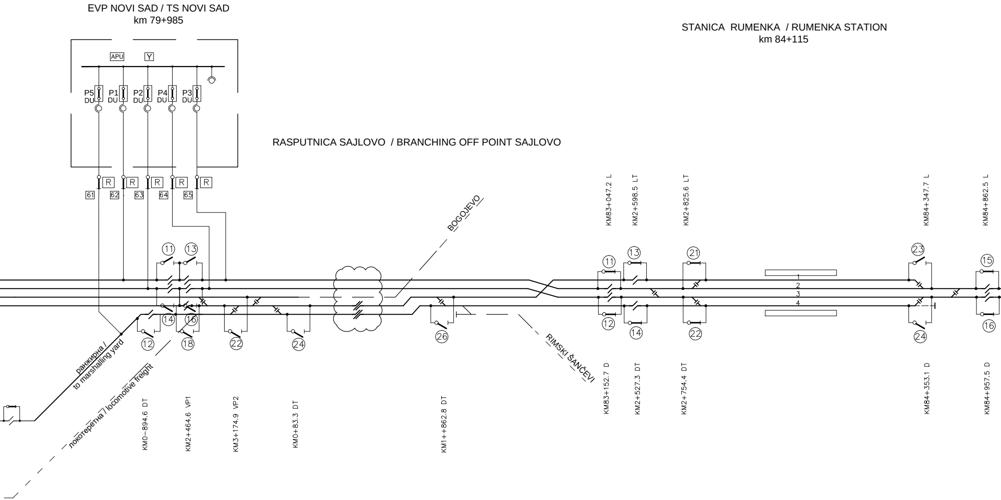
Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

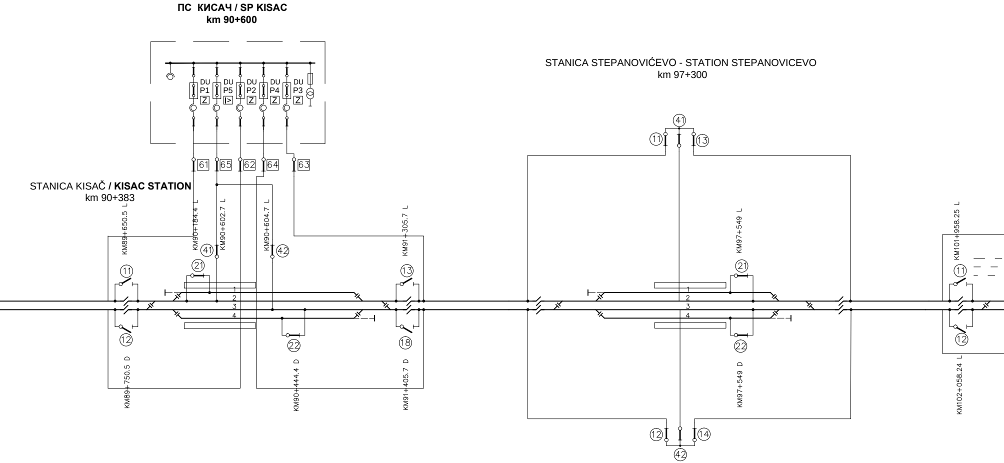
Цртеж: / Drawing:
Шема напајања и секционисања - постојеће стање
Feeding and sectioning diagrams - exiting state

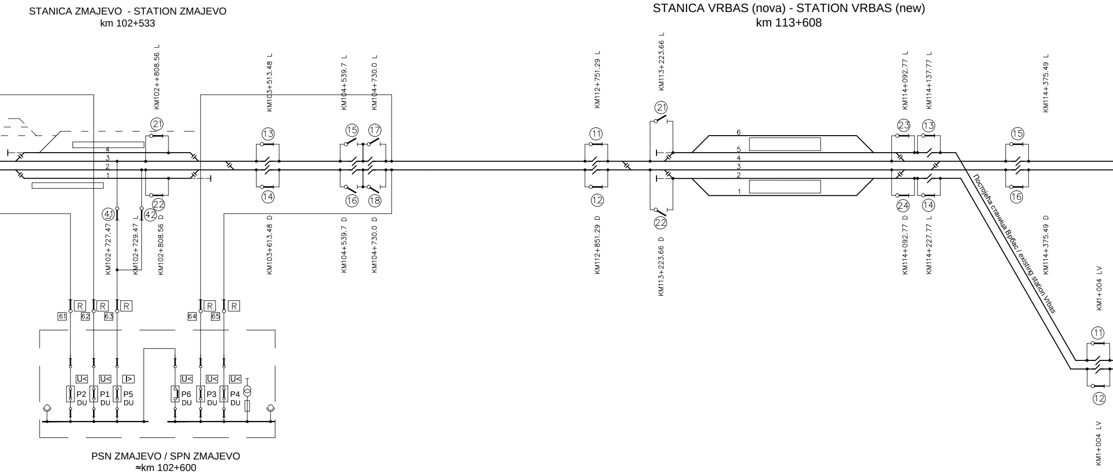
Размера:
Scale:
-

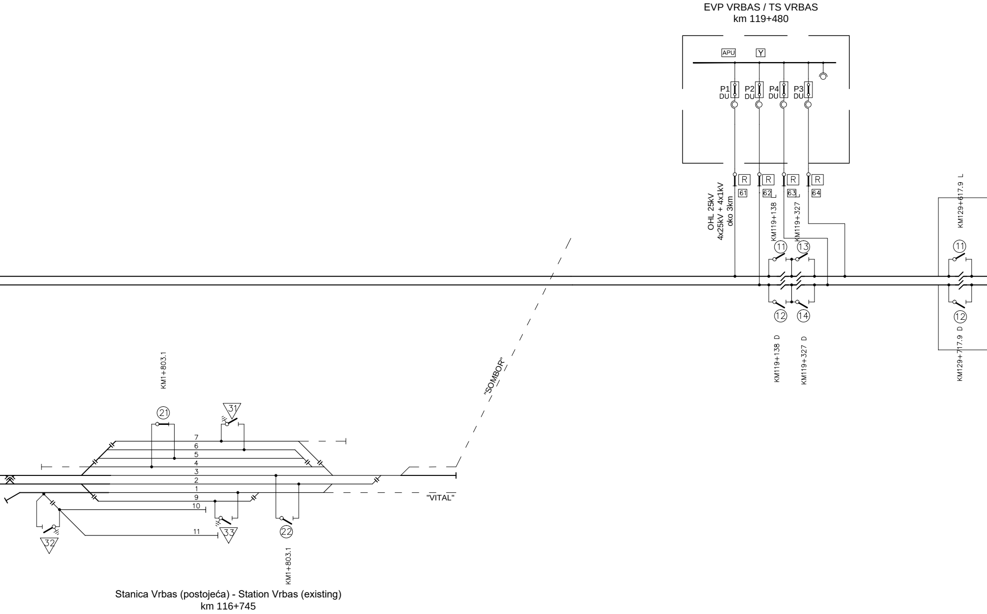
Врста тех. док.: Type of tech. docum.	датум:/date:	Цртеж бр./Drawing No.:
ПГД / DCP	04.2021.	2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.1

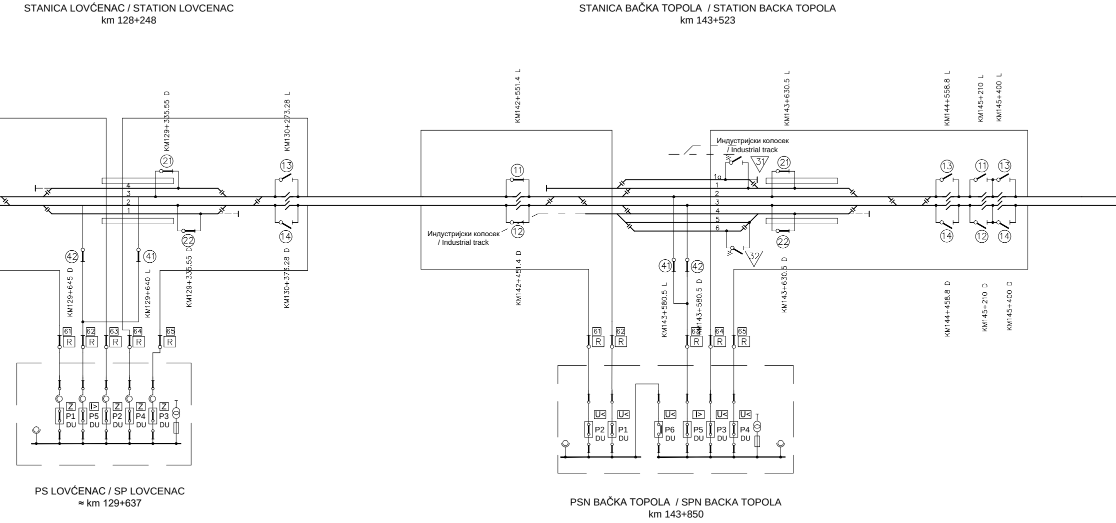

STANICA NOVI SAD PUTNIČKA / PASSENGER STATION NOVI SAD
km 77+020
KM75+973.61 L
KM76+743.7 L
KM76+696.91 L
KM77+315.5 L
KM77+369.53
KM77+569.69 L
KM78+397.05 L
31
32
7
8
11
10
9
1
2
3
4
5
6
11
12
21
22
23
24
26
13
14
15
16
ЛУКА
ТПС / TPS
ЗГОП
KM76+095.54 D
KM76+506.31 D
KM76+759.56 D
KM77+302.86 D
KM77+641.55 D
KM78+484.27 D
18
KM77+006.79 D
STANICA NOVI SAD RANŽIRNA / MARSHALLING STATION NOVI SAD
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

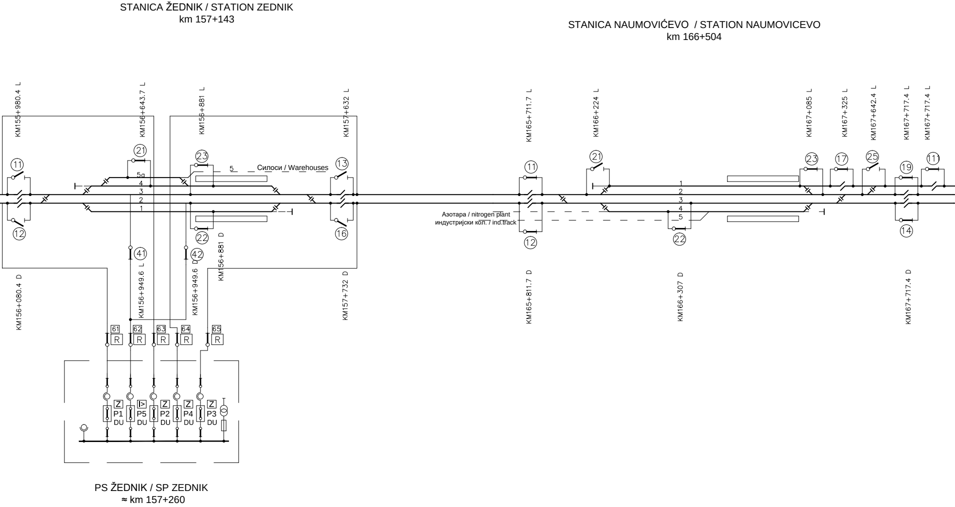

EVP NOVI SAD / TS NOVI SAD
km 79+985
APU
Y
P5 DU
P1 DU
P2 DU
P4 DU
P3 DU
R
61
62
63
64
65
RASPUTNICA SAJLOVO / BRANCHING OFF POINT SAJLOVO
STANICA RUMENKA / RUMENKA STATION
km 84+115
BOGOJEVO
RIMSKI ŠANČEVI
ранжирна /
to marshalling yard
локотеретна / locomotive freight
⑪
⑬
⑭
⑯
⑫
⑱
㉒
㉔
㉖
⑪
⑬
㉑
⑫
⑭
㉒
㉓
㉔
⑮
⑯
1
2
3
4
KM0−894.6 DT
KM2+464.6 VP1
KM3+174.9 VP2
KM0+83.3 DT
KM1++862.8 DT
KM83+047.2 L
KM2+598.5 LT
KM2+825.6 LT
KM84+347.7 L
KM84+862.5 L
KM83+152.7 D
KM2+527.3 DT
KM2+754.4 DT
KM84+353.1 D
KM84+957.5 D

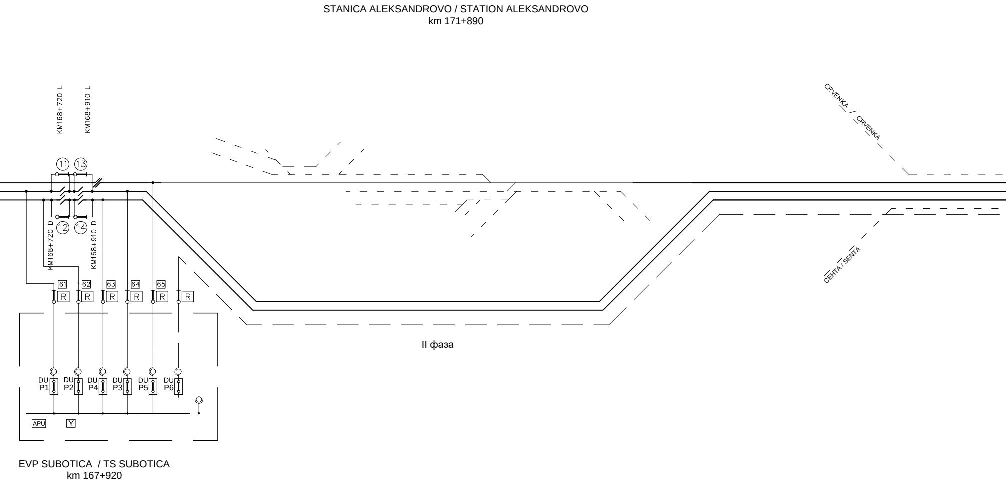

ПС КИСАЧ / SP KISAC
km 90+600
DU P1 Z
DU P5 I>
DU P2 Z
DU P4 Z
DU P3 Z
61
65
62
64
63
STANICA KISAČ / KISAC STATION
km 90+383
KM89+650.5 L
KM90+184.4 L
KM90+602.7 L
KM90+604.7 L
KM91+305.7 L
41
42
11
21
13
1
2
3
4
12
22
18
KM89+750.5 D
KM90+444.4 D
KM91+405.7 D
STANICA STEPANOVIĆEVO - STATION STEPANOVICEVO
km 97+300
41
11
13
KM97+549 L
21
1
2
3
4
22
KM97+549 D
12
14
42
KM101+958.25 L
11
12
KM102+058.24 L


STANICA ZMAJEVO - STATION ZMAJEVO
km 102+533
STANICA VRBAS (nova) - STATION VRBAS (new)
km 113+608
KM102++808.56 L
KM103+513.48 L
KM104+539.7 L
KM104+730.0 L
KM112+751.29 L
KM113+223.66 L
KM114+092.77 L
KM114+137.77 L
KM114+375.49 L
21
13
15
17
11
21
23
13
15
4
3
2
1
6
5
4
3
2
1
22
14
16
18
12
22
24
14
16
41
42
KM102+727.47
KM102+729.47 L
KM102+808.56 D
KM103+613.48 D
KM104+539.7 D
KM104+730.0 D
KM112+851.29 D
KM113+223.66 D
KM114+092.77 D
KM114+227.77 L
KM114+375.49 D
Постојећа станица Врбас / existing station Vrbas
KM1+004 LV
11
12
KM1+004 LV
R
R
R
R
R
61
62
63
64
65
U<
U<
I>
U<
U<
U<
P2
DU
P1
DU
P5
DU
P6
DU
P3
DU
P4
DU
PSN ZMAJEVO / SPN ZMAJEVO
≈km 102+600


EVP VRBAS / TS VRBAS
km 119+480
APU
Y
P1
DU
P2
DU
P4
DU
P3
DU
R
R
R
R
61
62
63
64
OHL 25kV
4x25kV + 4x1kV
oko 3km
KM119+138
KM119+327
11
13
12
14
KM119+138 D
KM119+327 D
KM129+617.9 L
11
12
KM129+717.9 D
"SOMBOR"
KM1+803.1
21
31
7
6
5
4
3
2
1
9
10
11
32
33
22
"VITAL"
KM1+803.1
Stanica Vrbas (postojeća) - Station Vrbas (existing)
km 116+745

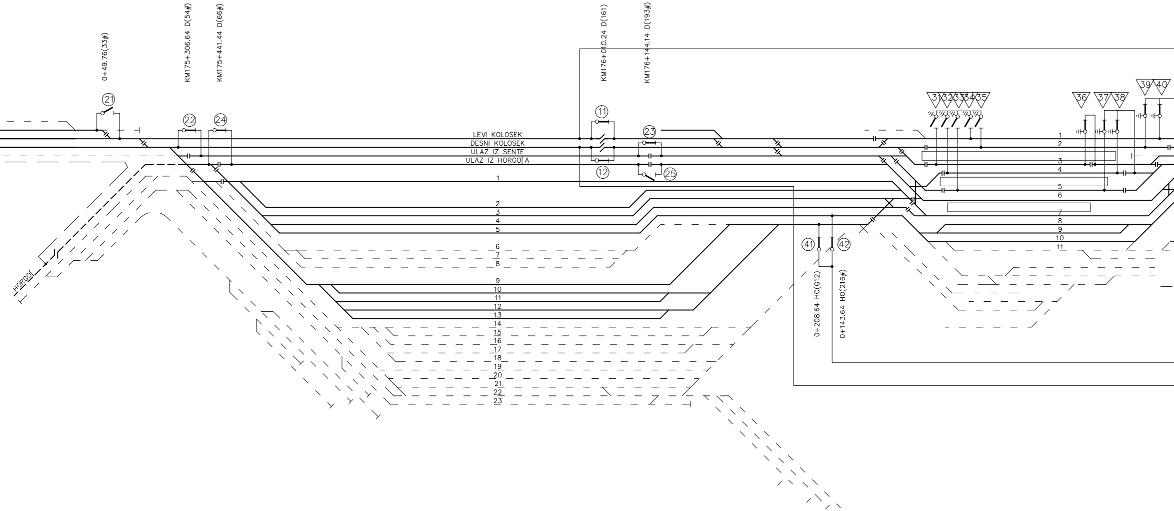

STANICA LOVĆENAC / STATION LOVCENAC
km 128+248
STANICA BAČKA TOPOLA / STATION BACKA TOPOLA
km 143+523
KM129+335.55 D
KM130+273.28 L
21
13
4
3
2
1
22
14
42
41
KM129+645 D
KM129+640 L
KM129+335.55 D
KM130+373.28 D
61
62
63
64
65
R
Z
I>
P1
P5
P2
P4
P3
DU
PS LOVĆENAC / SP LOVCENAC
≈ km 129+637
KM142+551.4 L
KM143+630.5 L
KM144+558.8 L
KM145+210 L
KM145+400 L
Индустријски колосек
/ Industrial track
31
32
11
12
1a
5
6
KM142+451.4 D
KM143+580.5 L
KM143+580.5 D
KM143+630.5 D
KM144+458.8 D
KM145+210 D
KM145+400 D
U<
P6
PSN BAČKA TOPOLA / SPN BACKA TOPOLA
km 143+850


STANICA ŽEDNIK / STATION ZEDNIK
km 157+143
STANICA NAUMOVIĆEVO / STATION NAUMOVICEVO
km 166+504
KM155+980.4 L
KM156+643.7 L
KM156+881 L
KM157+632 L
21
23
11
13
5a
4
3
2
1
5
Силоси / Warehouses
12
22
16
41
42
KM156+881 D
KM156+080.4 D
KM156+949.6 L
KM156+949.6 D
KM157+732 D
61
R
62
R
63
R
64
R
65
R
Z
P1
DU
I>
P5
DU
Z
P2
DU
Z
P4
DU
Z
P3
DU
PS ŽEDNIK / SP ZEDNIK
≈ km 157+260
KM165+711.7 L
KM166+224 L
KM167+085 L
KM167+325 L
KM167+642.4 L
KM167+717.4 L
KM167+717.4 L
11
21
23
17
25
19
111
1
2
3
4
5
Азотара / nitrogen plant
индустријски кол. / ind.track
12
22
14
KM165+811.7 D
KM166+307 D
KM167+717.4 D

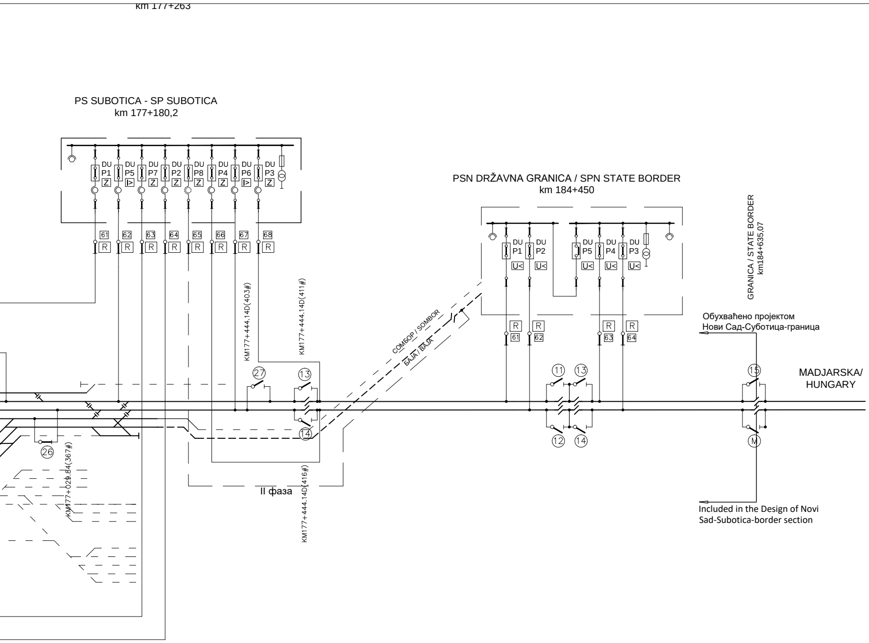

STANICA ALEKSANDROVO / STATION ALEKSANDROVO
km 171+890
KM168+720 L
KM168+910 L
11
13
12
14
KM168+720 D
KM168+910 D
CRVENKA / CRVENKA
CEHTA / SENTA
61
62
63
64
65
R
R
R
R
R
R
DU P1
DU P2
DU P4
DU P3
DU P5
DU P6
APU
Y
II фаза
EVP SUBOTICA / TS SUBOTICA
km 167+920

STANICA SUBOTICA TERETNA / FREIGHT STATION SUBOTICA
km 175+781,06

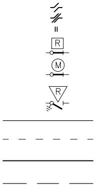
STANICA SUBOTICA PUTNIČKA / PASSENGER STATION SUBOTICA
km 176+550



0+49.76(33#)
KM175+306.64 D(54#)
KM175+441.44 D(66#)
KM176+010.24 D(161)
KM176+144.14 D(193#)
㉑
㉒
㉔
⑪
⑫
㉓
㉕
LEVI KOLOSEK
DESNI KOLOSEK
ULAZ IZ SENTE
ULAZ IZ HORGOŠA
HORGOŠ
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
(41)
(42)
0+208.64 HO(G12)
0+143.64 HO(216#)


km 177+263
PS SUBOTICA - SP SUBOTICA
km 177+180,2
DU P1
DU P5
DU P7
DU P2
DU P8
DU P4
DU P6
DU P3
Z
I>
61
62
63
64
65
66
67
68
R
KM177+444.14D(403#)
KM177+444.14D(411#)
KM177+029.84(367#)
KM177+444.14D(416#)
СОМБОР / SOMBOR
БАЈА / BAJA
27
13
14
26
II фаза
PSN DRŽAVNA GRANICA / SPN STATE BORDER
km 184+450
DU P1
DU P2
DU P5
DU P4
DU P3
U<
11
13
12
14
15
M
GRANICA / STATE BORDER
km184+635,07
Обухваћено пројектом
Нови Сад-Суботица-граница
Included in the Design of Novi Sad-Subotica-border section
MADJARSKA/
HUNGARY

Легенда / Legend



изоловани преклоп / insulated overlap
неутрална секција / neutral section
секциони изолатор / section insulator
растављач са ручним погоном/
disconnector with manual drive
растављач са моторним погоном и даљинским управљањем/
disconector with motor drive and remote control
растављач са ручним погоном и ножем за уземљење/
disconector with manual drive and earthing knife
постојећи електрифицирани колосеци /
existing electrified tracks
постојећи неелектрифицирани колосеци /
existing non-electrified tracks
постојећи и нови колосеци који се електрифицирају /
existing and new tracks to be electrified
нови неелектрифицирани колосеци /
new non-electrified tracks

03		
02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

中国铁设
CRDC

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
лиценца број:/ license No.: 351G09508
Милан Муждало, дипл.инж.ел.

Сарадници: / Associates:

Унутрашња контрола: / Internal control:
Zhang Deyu,M.Sc.E.E

Главни пројектант: / Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer:
中国铁路国际有限公司
CHINA RAILWAY International Co., Ltd.
China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844

CHINA COMMUNICATIONS CONSTRUCTION COMPANY LIMITED
China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

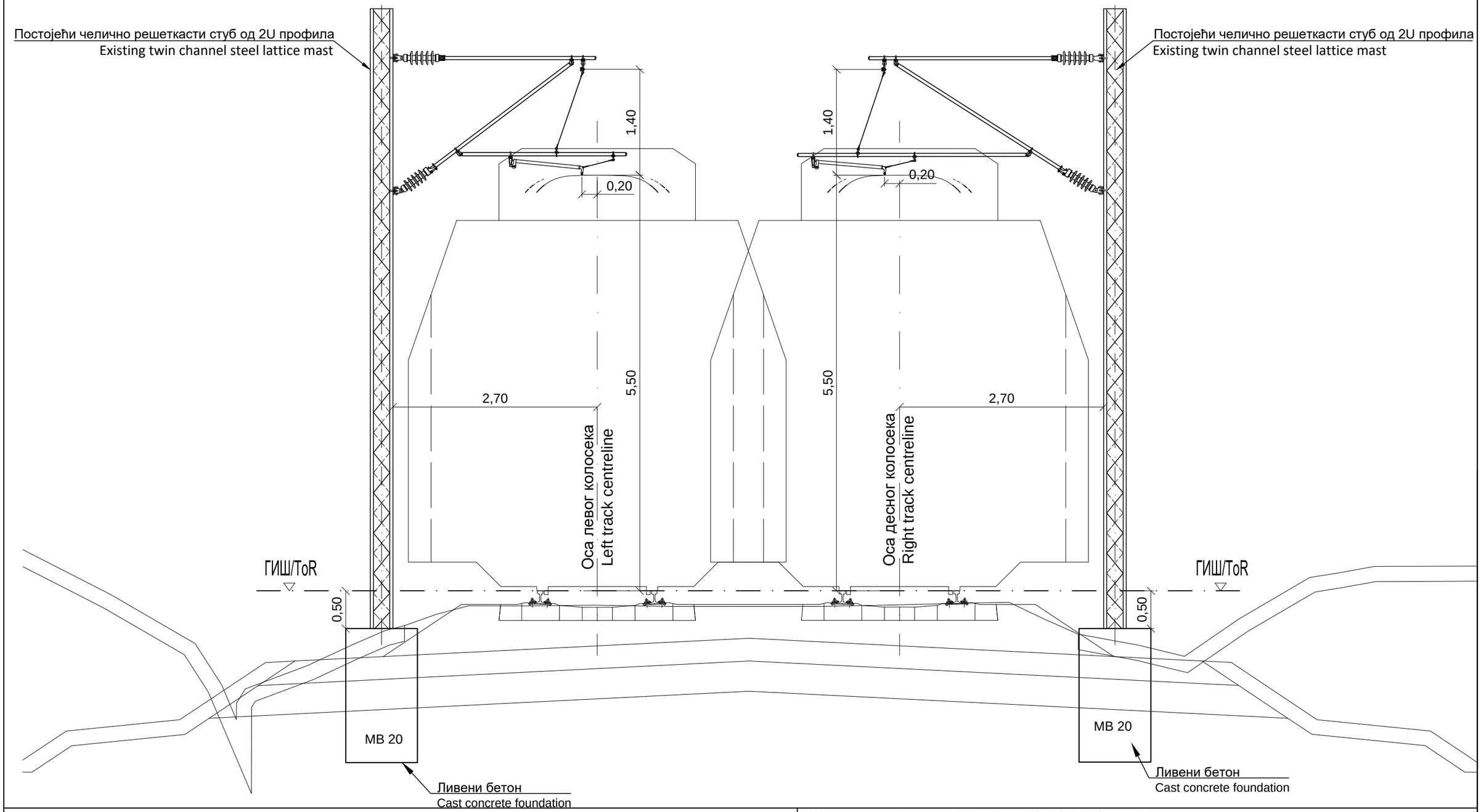
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing:
Шема напајања и секционисања - ново стање
Feeding and sectioning diagrams - new state

Размера:
Scale:
-

Врста тех. док.: Type of tech. docum.	датум:/date:	Цртеж бр./Drawing No.:
ПГД / DCP	04.2021.	2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.2



02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control:
Zhang Deyu,M.Sc.E.E

Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

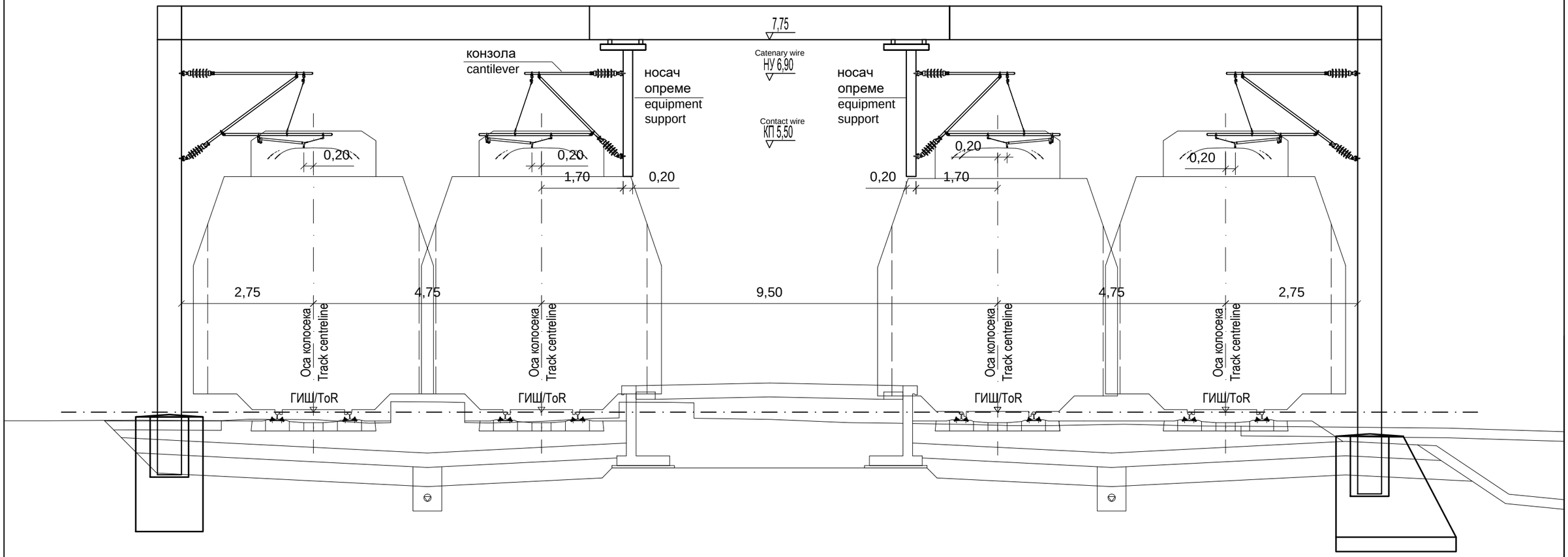
Цртеж:/ Drawing:
Карактеристике попречног профила КМ, отворена пруга, деоница Београд - Суботица - државна граница (постојећи)
Characteristic OCS cross section: open track on Belgrade - Subotica - State Border (existing) section

Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum.: **ПГД** / DCP

датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.-Ц7.3**



Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

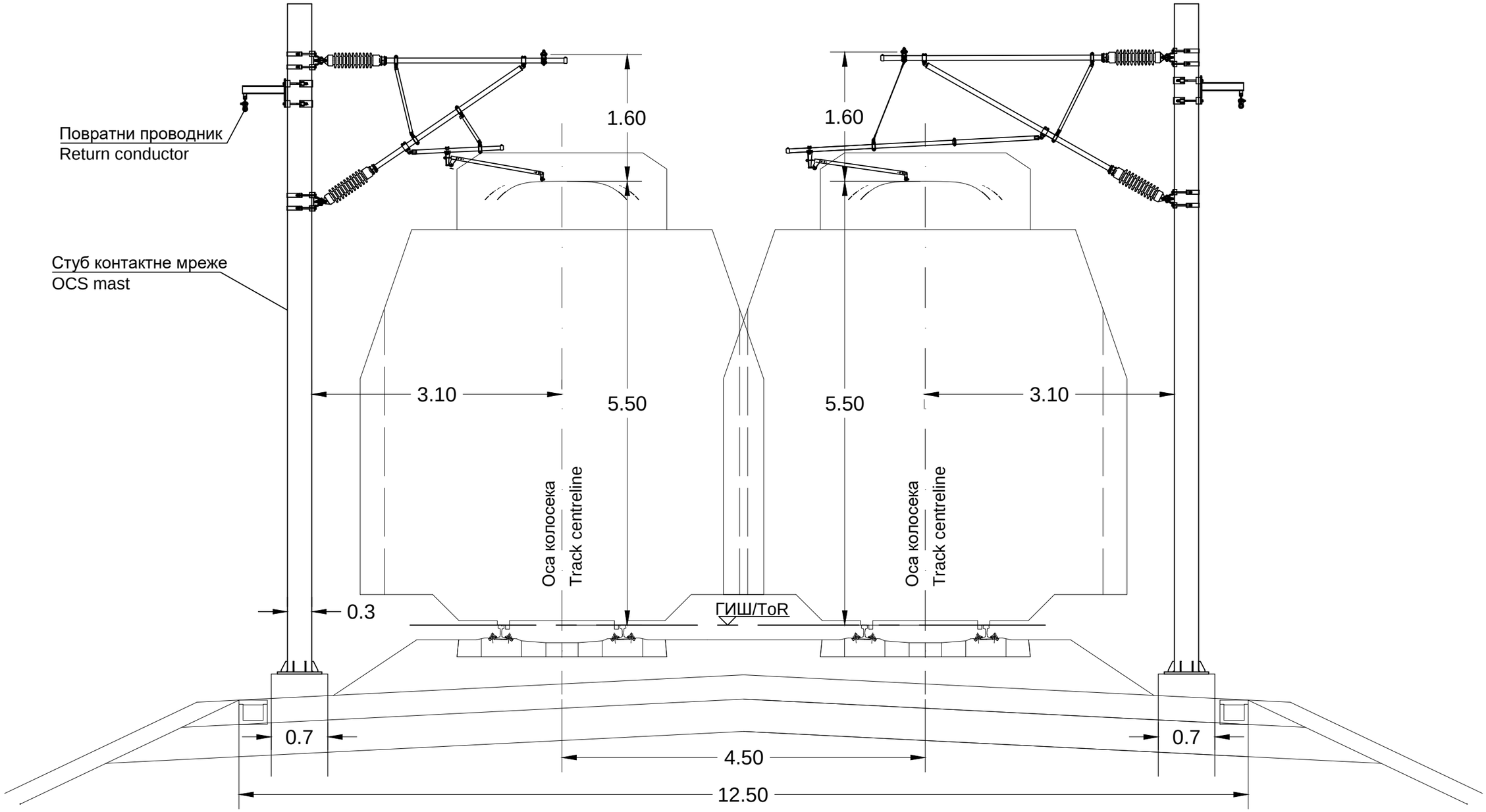
Цртеж:/ Drawing:
Карактеристике попречног профила КМ, у станици, деоница Београд - Суботица - државна граница (постојећи)
Characteristic OCS cross section: in station on Belgrade - Subotica - State Border (exit) section

Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP

датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.4**



02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број: / license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control:
Zhang Deyu,M.Sc.E.E

Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

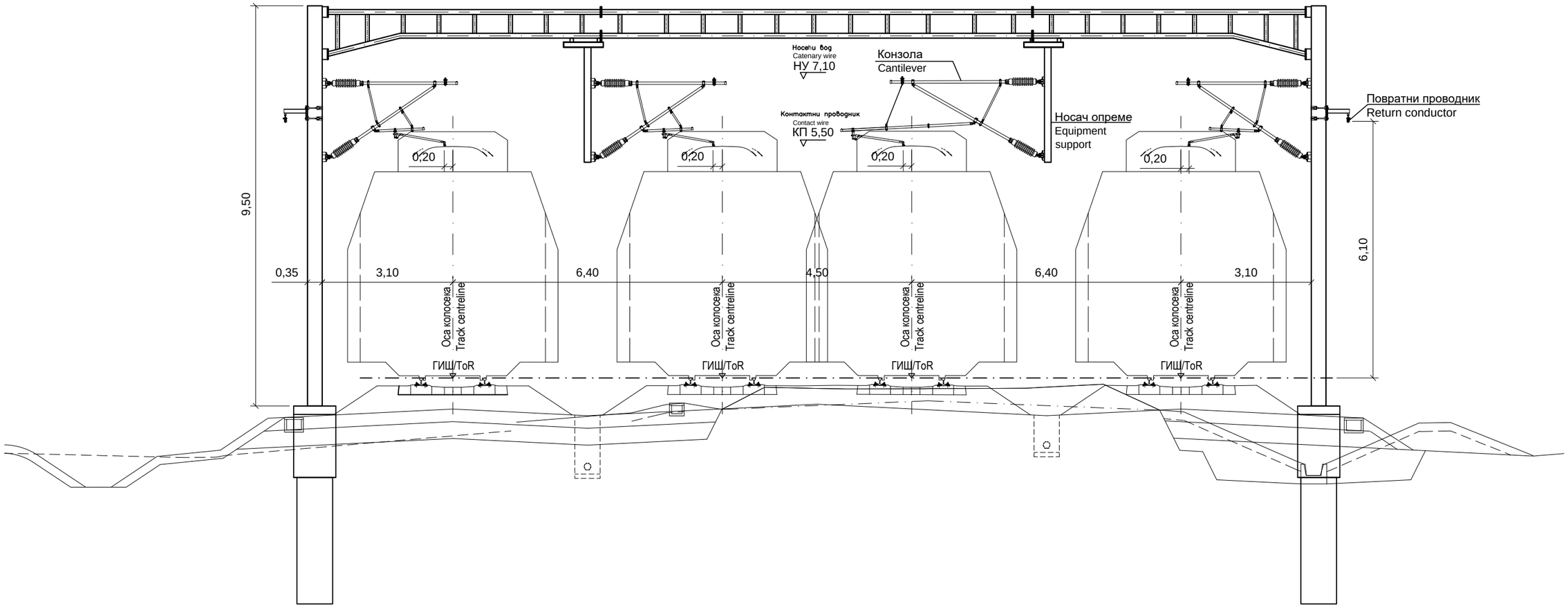
Цртеж:/ Drawing:
Карактеристике попречног профила КМ, отворена пруга, деоница Београд - Суботица - државна граница (ново стање)
Characteristic OCS cross section: open track on Belgrade - Subotica - State Border (new state) section

Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum.: **ПГД** / DCP

датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.5**



02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control:
Zhang Deyu,M.Sc.E.E

Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing:
Карактеристике попречног профила КМ, у станици, деоница Београд - Суботица - државна граница (ново стање)
Characteristic OCS cross section: station on Belgrade - Subotica - State Border (new state) section

Размера: Scale: -

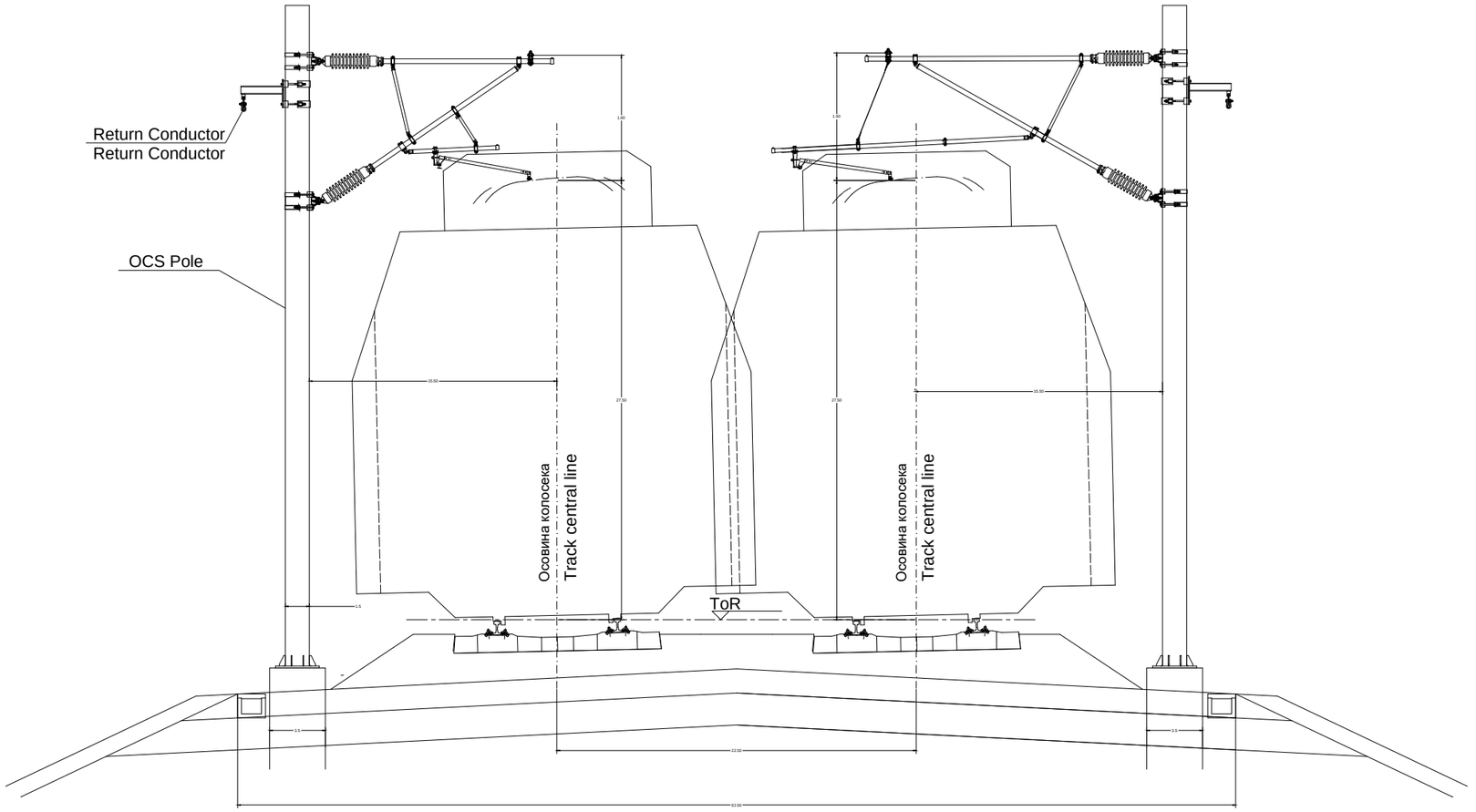
Врста тех. док.: Type of tech. docum.: **ПГД** / DCP

датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.6**

OCS Cross Section on Open Track with 150 cant

Дијаграм попречног пресека контактне мреже спољне шине од 150 mm



02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:

лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control:

Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing:
Карактеристике попречног профила КМ, у станици, деоница Београд - Суботица - државна граница (ново стање)
Characteristic OCS cross section: station on Belgrade - Subotica - State Border (new state) section

Размера: Scale: -

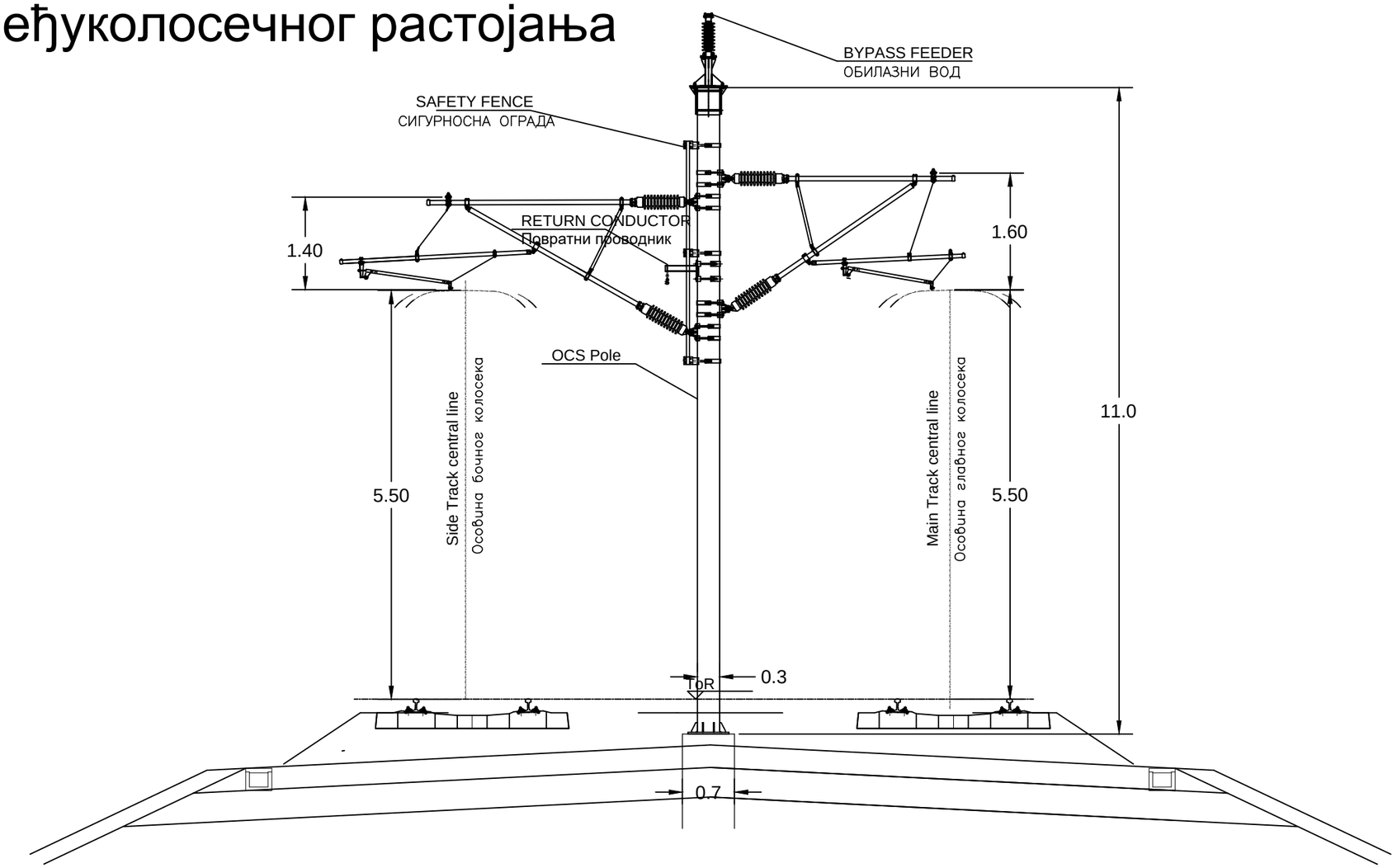
Врста тех. док.: Type of tech. docum.: **ПГД** / DCP

датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.7**

OCS cross-section of two sectioned contact lines supported by the pole in the middle of the tracks

Карактеристике попречног профила КМ, на средини међуколосечног растојања



02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844
China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**

Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing: Карактеристике попречног профила КМ, на средини међуколосечног растојања
OCS cross-section of two sectioned contact lines supported by the pole in the middle of the tracks

Размера: Scale: -

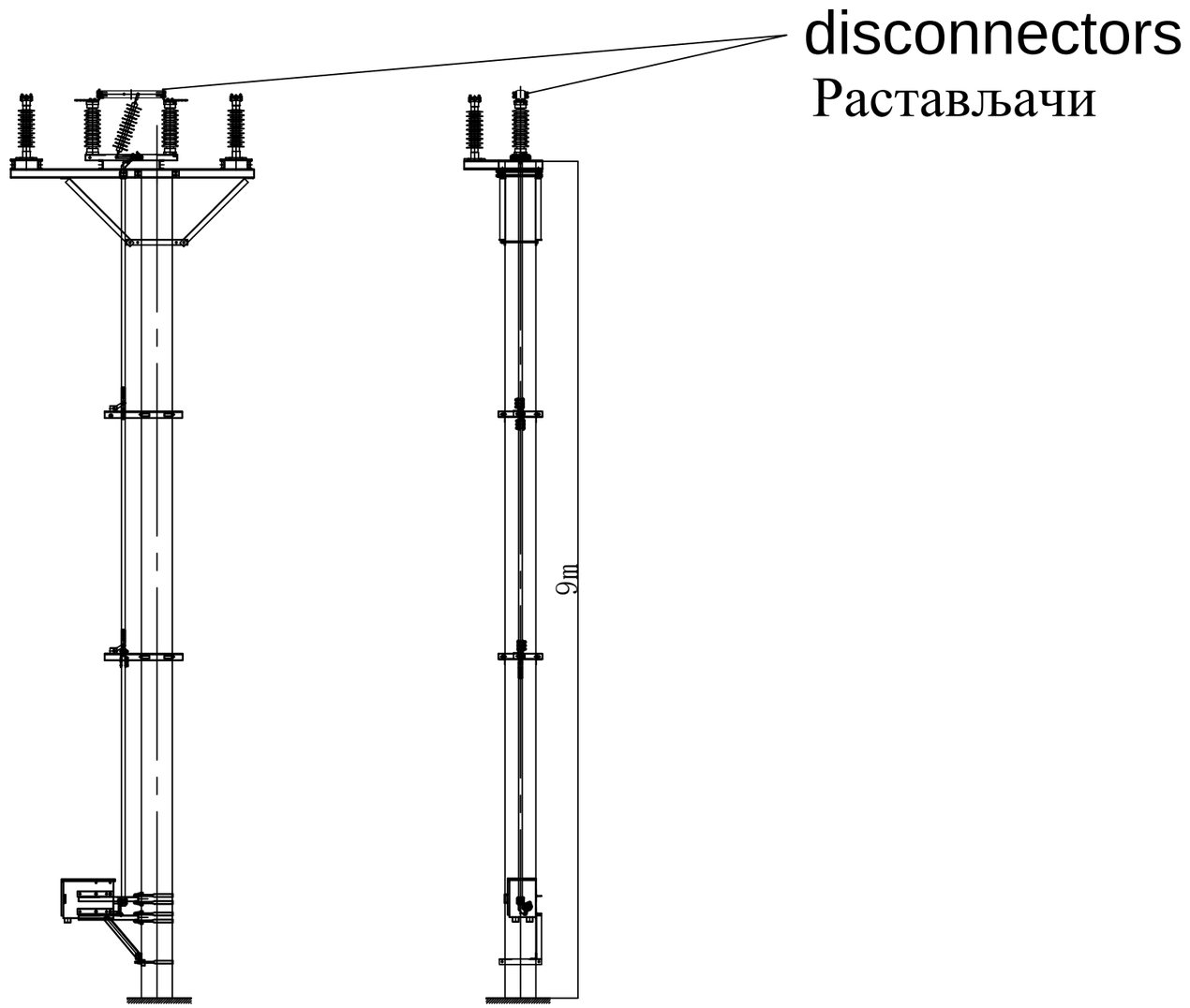
Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP

датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.8**

OCS typical Cross Section of the ploes with disconnectors

Карактеристичан попречни пресек стубова контактне мреже са растављачима



02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control:
Zhang Deyu,M.Sc.E.E

Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing:
Карактеристике попречног профила КМ, стубови са растављачима
Characteristic OCS cross section of the poles with disconnectors

Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum.: **ПГД** / DCP

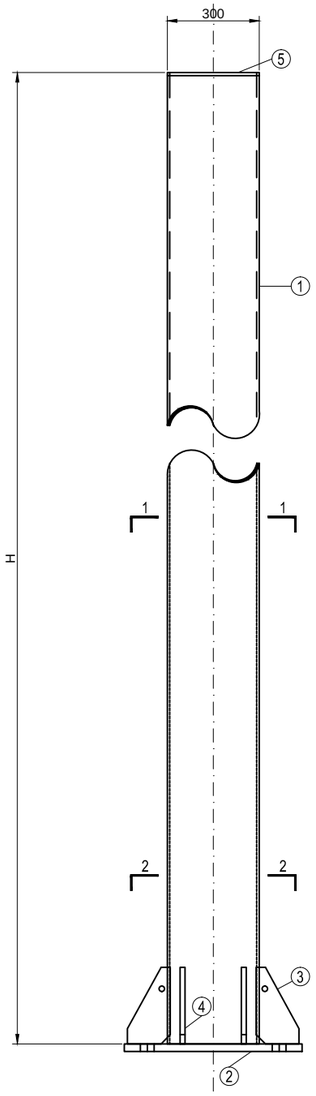
датум:/date: **04.2021.**

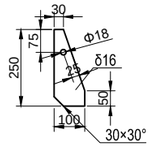
Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-Ц7.9**

Стуб контактне мреже

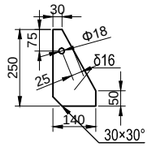
OCS mast

Тип стуба Type of mast	H(m)	маса стуба Weight(kg)
Z1/8.3	8.3	703
Z1/9.0	9.0	754.8
Z2/8.3	8.3	832.94
Z2/9.0	9.0	895.1
Z2/11.0	11.0	1072.7

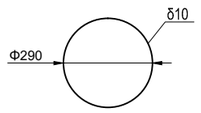




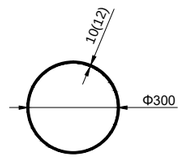
део 3
conponent 3



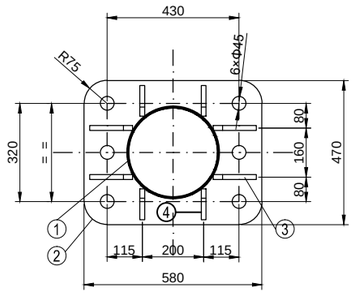
део 4
conponent 4



део 5
conponent 5



песек 1-1
1-1 Section



пресек 2-2
2-2 Section

02		
01		
Број/Number	Датум / Date	Опис / Description

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844
China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**

Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing: Стуб контактне мреже OCS mast

Размера: Scale: -

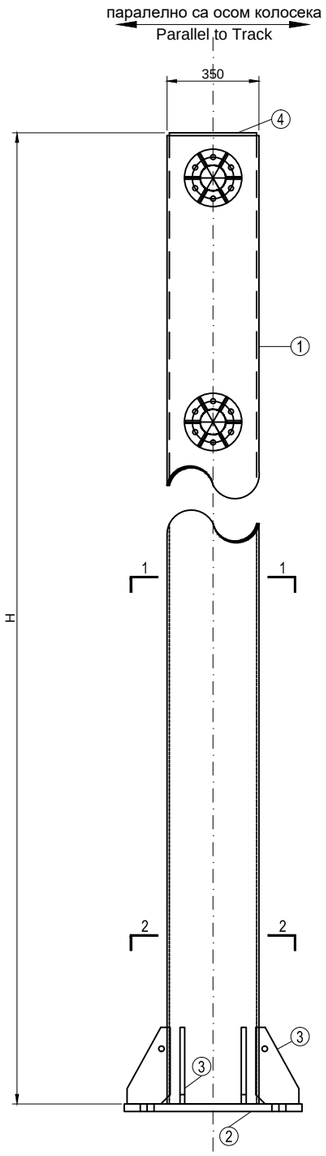
Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP

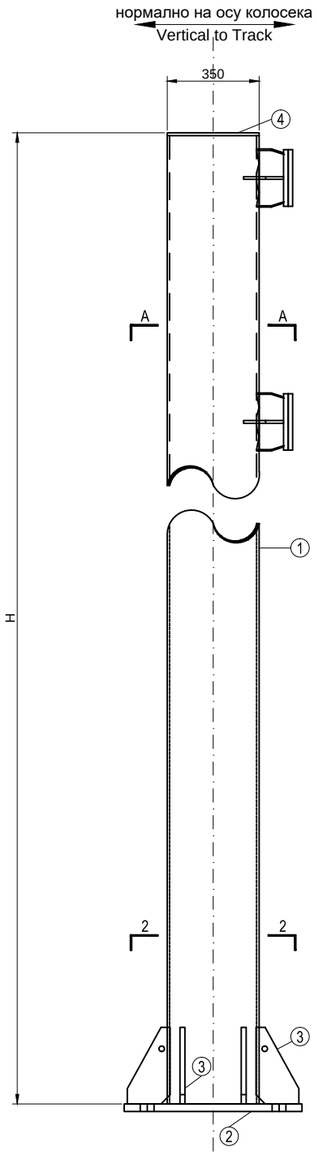
датум:/date: **04.2021.**

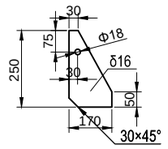
Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-A1**

Стуб портала
OCS portal leg

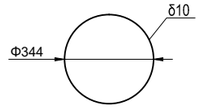
Тип стуба Type of mast	H(m)	маса стуба Weight (kg)
PZ1/9.5	9.5	954.3
PZ2/9.5	9.5	1276.1



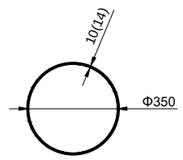




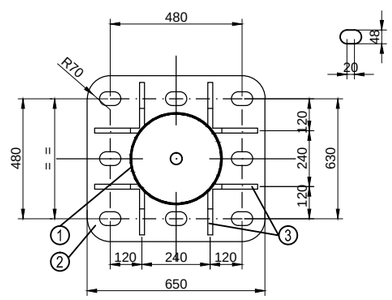
део 3
component 3



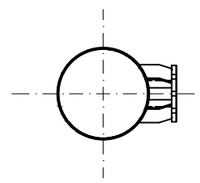
део 4
component4



пресек 1-1
1-1 Section



пресек 2-2
2-2 Section



пресек A-A
A-A Section

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844
China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

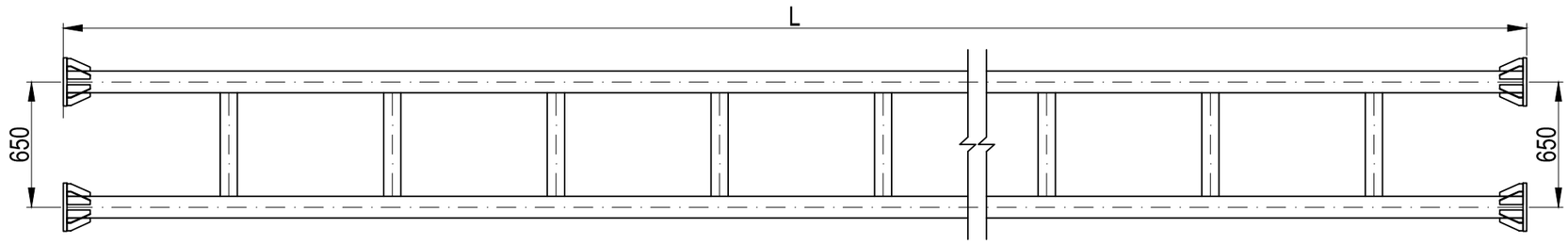
Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing: Стуб портала контактне мреже / OCS portal leg
Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP
датум:/date: **04.2021.**
Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-A2**

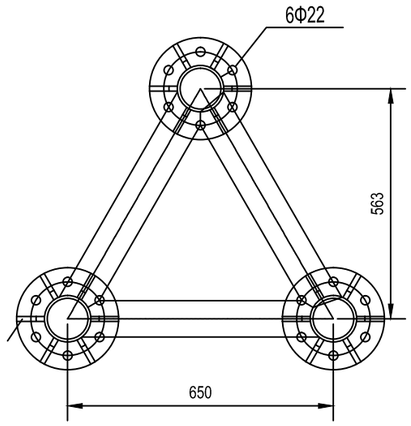
Средњи сегмент пречке портала
Drawing of Middle Beam

бр. NO.	L(m)	маса/weight (kg)	напомена NOTE
1	6,4~11,4	78.5x'Lz'+44.9	укупна дужина / Lenght<=30m
2	6,9~11,8	100.2x'Lz'+27.8	укупна дужина / Lenght>30m

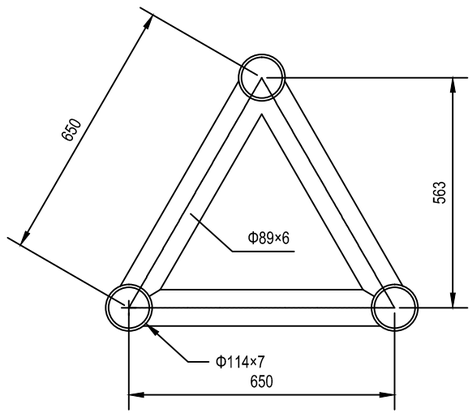


Основа пречке портала
Plan Drawing of Middle Beam

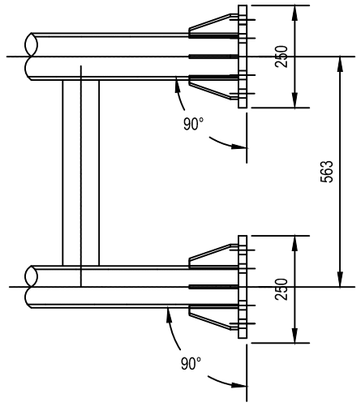
Уздужни пресек пречке портала
Elevation Drawing of Middle Beam



I-I профил / I-I profile 1:10



II-II профил / II-II profile 1:10



Деталj пречке портала / detailed drawing of beam connector 1:10

Notes:
1.The horizontal length of the middle part of the beam "Lz" is determined according to the "L" of the beam span determined by the site, and the unit is meters.
2.Arch value: $A=200-\sqrt{200^2-(0.5xC)^2}$ (unit:m)

Напомене:
1.Хоризонтална дужина средњег дела пречке "Lz" је одређена према "L" распона пречке, одређеног према месту, и јединица мере је метар.
2.Вредност лука: $A=200-\sqrt{200^2-(0.5xC)^2}$ (јед.мере:m)

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.:

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing: Средњи сегмент пречке портала / Drawing of Middle Beam

Размера: Scale: -

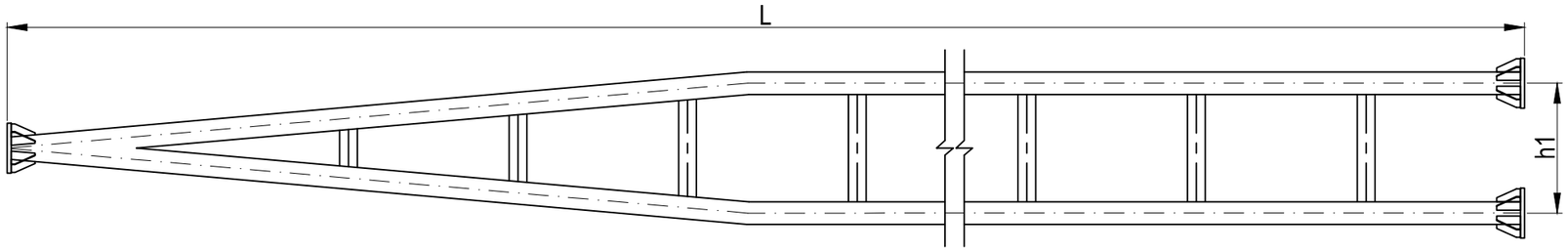
Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP

датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-A3.1**

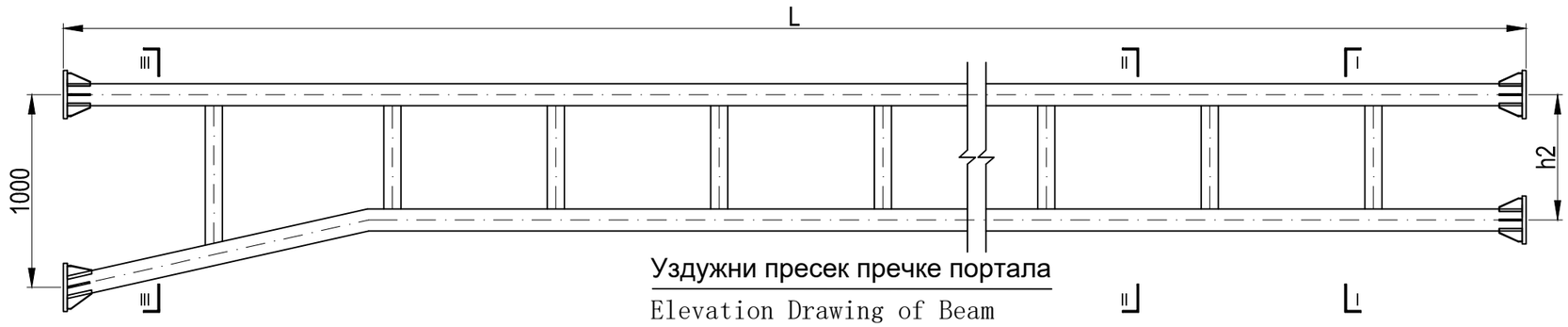
Бочни сегмент пречке портала

Drawing of side beam



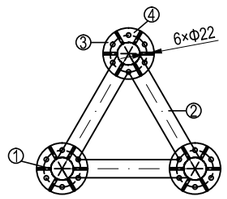
Основа пречке портала

Lower chord plan drawing



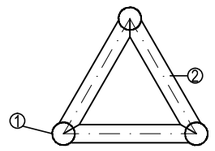
Уздужни пресек пречке портала

Elevation Drawing of Beam



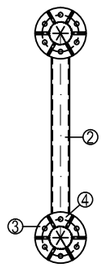
Попречни пресек I-I

I-I section



Попречни пресек II-II

II-II section



Попречни пресек III-III

III-III section

бр. NO.	L(m)	маса (kg) weight	напомена NOTE
1	4,0	375.1	Укупна дужина портала / lenght <=30m
2	6,5	576	
3	9,0	776.9	
4	6,5	714	Укупна дужина портала / lenght >30m
5	7,3	792.3	
6	11,3	1149.9	

димензије (mm)
dimention

бр. NO.	lenght <=30m	lenght >30m
1	Φ114×7	Φ114×8
2	Φ89×6	Φ89×8
3	12×60	12×60
4	20×Φ250	20×Φ250

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing
P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing
P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing: Бочни сегмент пречке портала
Drawing of side beam

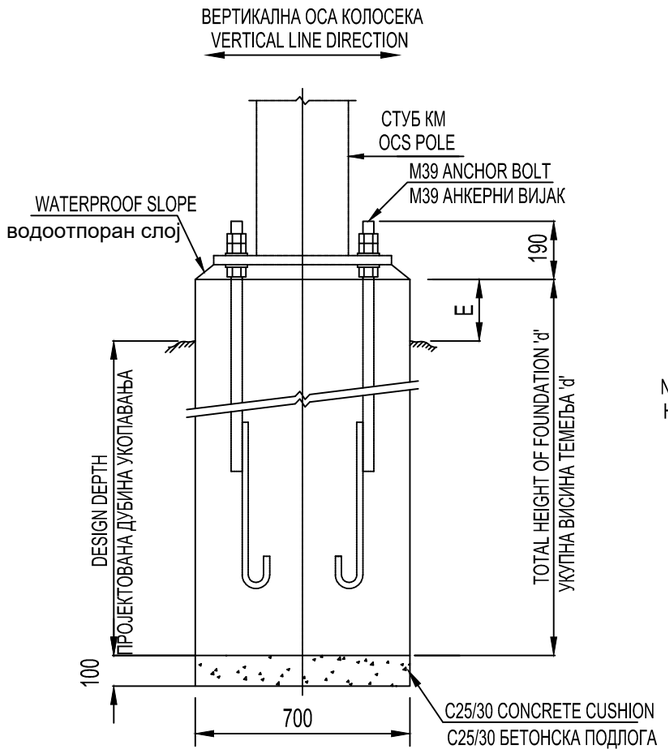
Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP

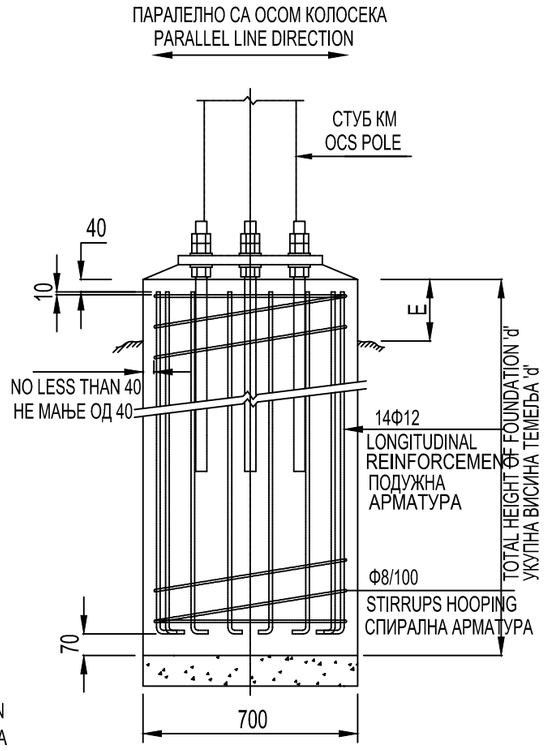
датум:/date: **04.2021.**

Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-A4**

Темељ стуба контактне мреже
OCS Pole Foundation

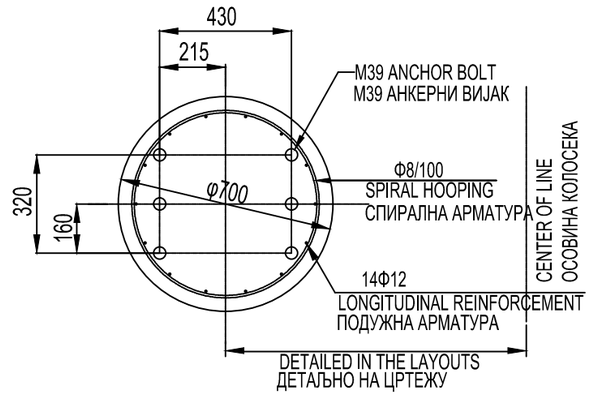


FOUNDATION FACADE
ИЗГЛЕД ТЕМЕЉА



FOUNDATION REINFORCEMENT
АРМАТУРА ТЕМЕЉА

бр. NO.	Позиција Content	Јед. мере unit	количина/quantity J1	J2
1	Дубина укопавања/Depth	m	4,2	4,7
2	Анкери М39 са навртками и подлошкама M39 Bolts with Nuts and Gaskets	ком./set	6	6
3	Челична арматура/Steel bar	kg	217.5	228.5
4	Бетон С25/30/Concrete C25/30	m³	1,69	1,89
5	Равнајући слој С25/30/ cushion concrete C25/30	m³	0,04	0,04
6	Финозрни бетон С30/37 /Fine concrete C30/37	m³	0,02	0,02



FOUNDATION PLANE
ПРЕСЕК ТЕМЕЉА

Notes:
1.In the drawing shows OCS iso-diametric steel pipepole foundation construction.
2. Distance from foundation center to the railway line center is specified in the OCS layouts.
3. The bottom hook of anchor bolts shall point to internal of foundation.
4. The mechanical properties and grade material of nuts and washers shall match the anchor bolts.
5. The dimensions of the drawing are in millimeters unless special statements.

Напомене:
1. На цртежу је приказан темељ округлог челичног стуба КМ
2. Растојање од центра темеља до осе колосека наведена је у цртежима КМ.
3. Доња кука сидрених вијака мора бити усмерена ка унутрашњост темеља.
4. Механичка својства и врста материјала за матице и подлошке морају се подударати са материјалом анкер завртња.
5.. Димензије на цртежима су у милиметрима осим ако нема посебних назнака.

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia
Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: **China Railway International Corporation Ltd.**
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.:

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

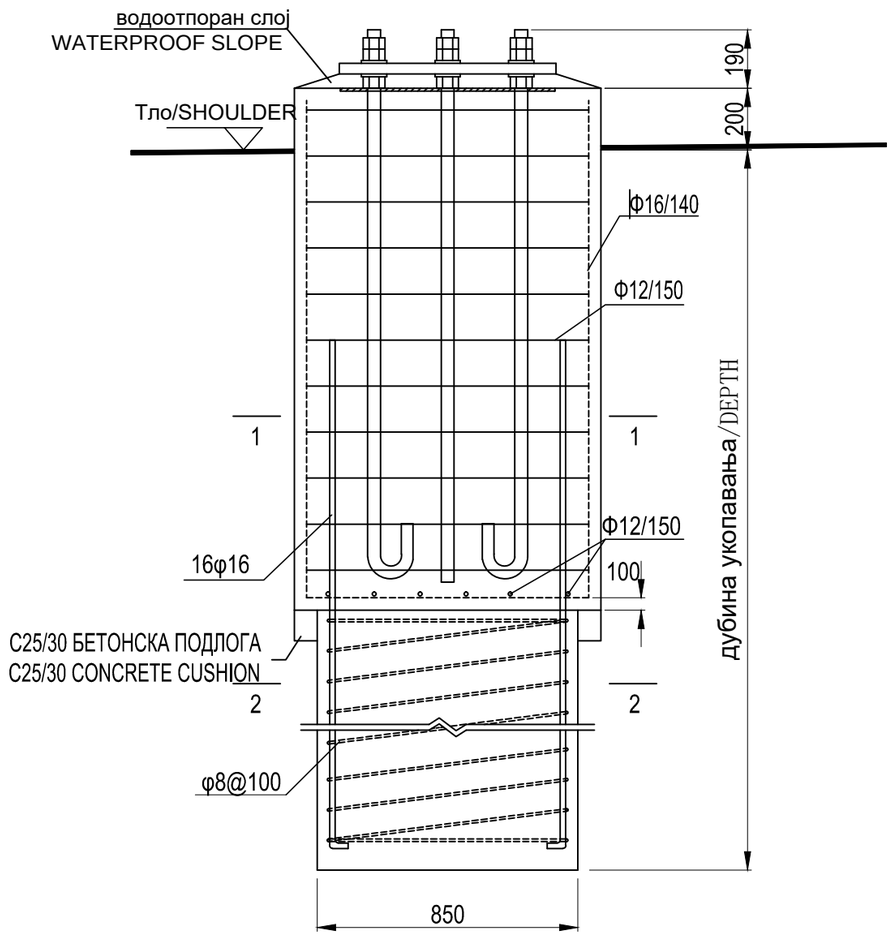
Цртеж:/ Drawing: Темељ стуба контактне мреже OCS Pole Foundation
Размера: Scale: -

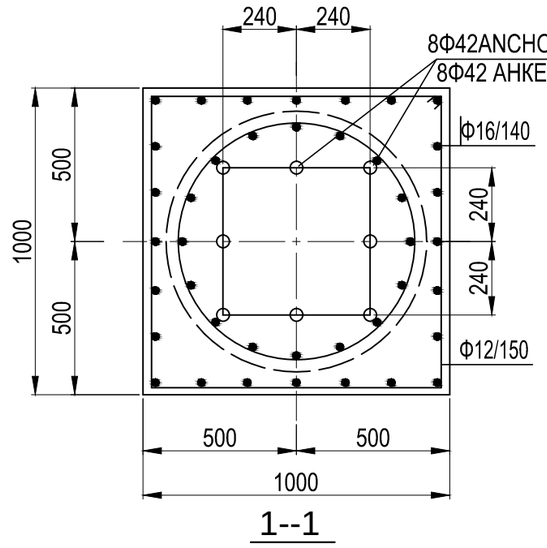
Врста тех. док.: Type of tech. docum.: **ПГД** / DCP
датум:/date: **04.2021.**
Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-A4**

Темељ стуба портала

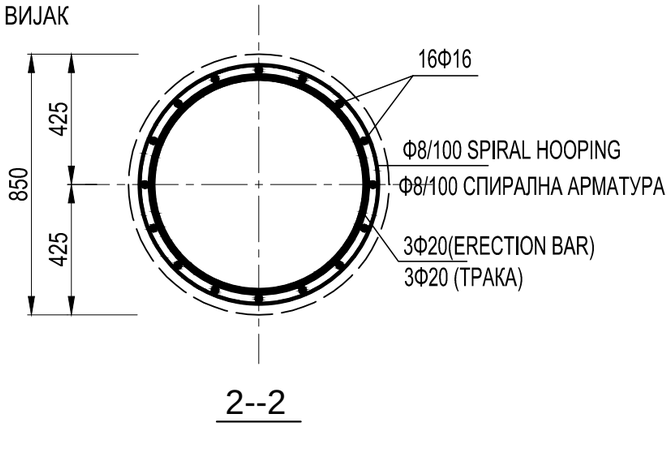
OCS portal mast Foundation

бр. NO.	Позиција Depth	Јед. мере Unit	количина/quantity YHJ1	YHJ2
1	Дубина укопавања/Depth	m	4,5	5,5
2	Анкери М42 са навртками и подлошкама M42 Bolts with Nuts and Gaskets	ком./set	8	8
3	Челична арматура/Steel Bar	kg	519.1	555.9
4	Бетон С25/30/Concrete C25/30	m³	3,4	4,0
5	Равнајући слој С25/30/ Cushion Concrete C25/30	m³	0,04	0,04





1--1



2--2

Notes:
1. The dimensions of this drawing are in millimeters unless special statements.
2. The mechanical properties and grade material of nuts and washers shall match the anchor bolts.

Напомене:
1. Димензије овог цртежа су у милиметрима ако нема посебних назнака.
2. Механичка својства и класа материјала матица и подлошка морају се подударати са анкерним вијцима.

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.:

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

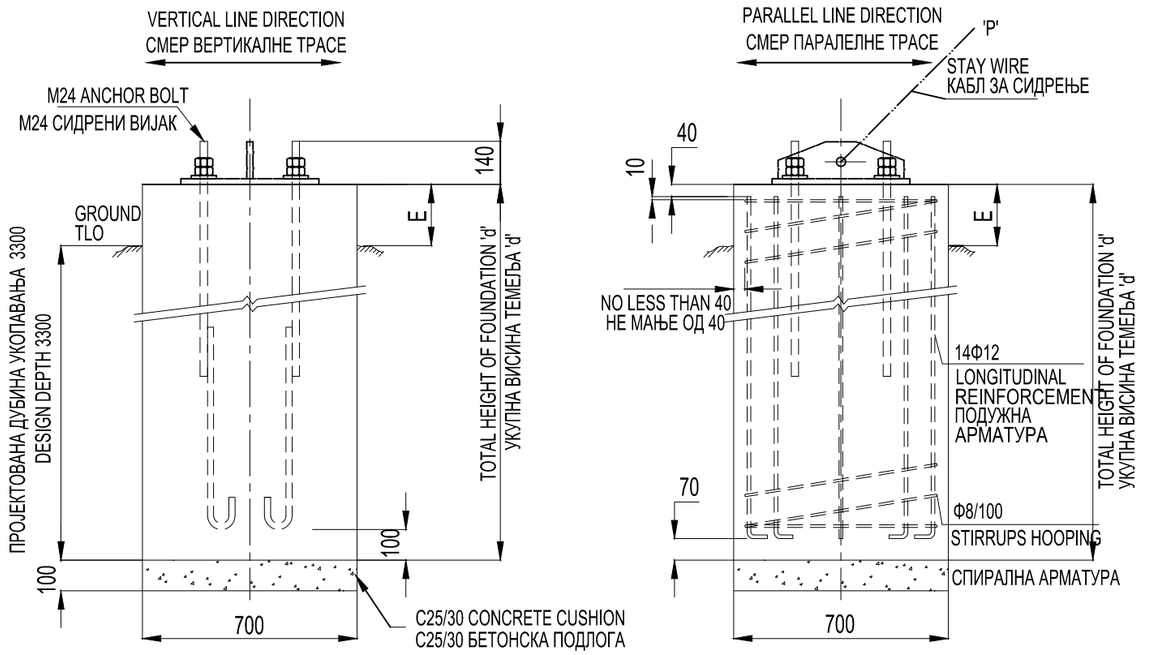
Цртеж:/ Drawing: Темељ стуба портала
OCS portal leg foundation

Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP
датум:/date: **04.2021.**
Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-A6**

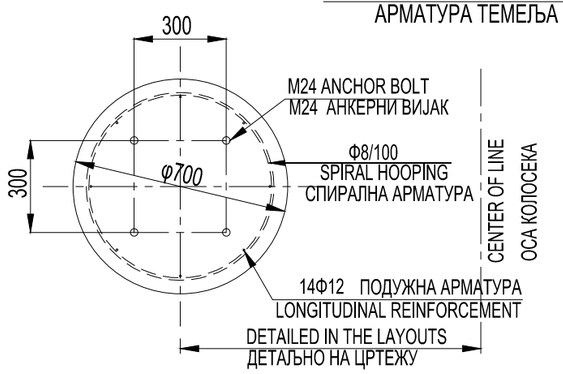
Темељ сидра

Anchor Foundation



FOUNDATION FACADE
ИЗГЛЕД ТЕМЕЉА

FOUNDATION REINFORCEMENT
АРМАТУРА ТЕМЕЉА



FOUNDATION PLANE
ПРЕСЕК ТЕМЕЉА

бр. NO.	Позиција Content	јед. мере UNIT	количина Quantity
1	Дубина укопавања/depth	m	3,3
2	Анкери М39 са наврткама и подлошкама M39 Bolt with nuts and washer	ком./set	4
3	Челична арматура/Steel bar	kg	70,8
4	Бетон C25/30/CONCRETE C25/30	m³	1,35
5	Равнајући слој C25/30/ CONCRETE CUSHION C25/30	m³	0,04

Notes:
1.In the drawing shows OCS anchor foundation construction.
2.The angle of anchor ties and the ground should not be greater than 50°.
3.In the material table, the data is calculated according to designed depth of 3.3m and E value of 0.2m.
4. The center of anchor foundation should be in the same line with its adjacent pole foundation.
5. The bottom hook of anchor bolts shall point to internal of foundation.
6. The mechanical properties and grade material of nuts and washers shall match the anchor bolts.
7. The dimensions of the drawing are in millimeters unless special statements.

Напомене:
1. На цртежу је приказан темељ анкера КМ
2. Угао сидра у односу на тло не сме бити већи од 50 °
3. У табели са материјалима подаци се израчунавају према пројектованој дубини од 3,3m и вредности E 0,2m.
4. Средиште сидреног темеља треба бити у истој линији са суседним темељем стуба.
5. Доња кука сидрених вијака мора бити усмерена ка унутрашњост темеља.
6. Механичка својства и врста материјала за матице и подлошке морају се подударати са материјалом анкер завртња.
7. Димензије на цртежима су у милиметрима осим ако нема посебних назнака.

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број:/ license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

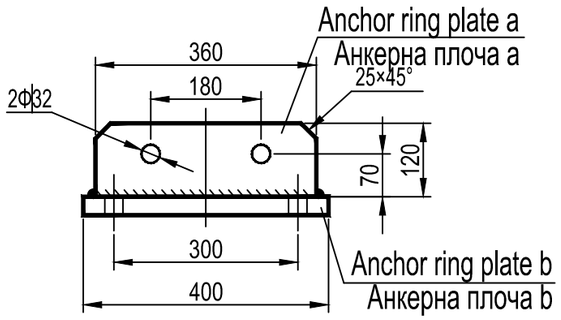
Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

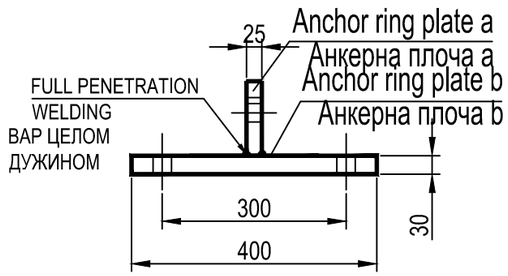
Цртеж:/ Drawing: OCS anchor foundation
Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum. **ПГД** / DCP
датум:/date: **04.2021.**
Цртеж бр./Drawing No.: **2020-001-ELE-4/1.1.0-A5.1**

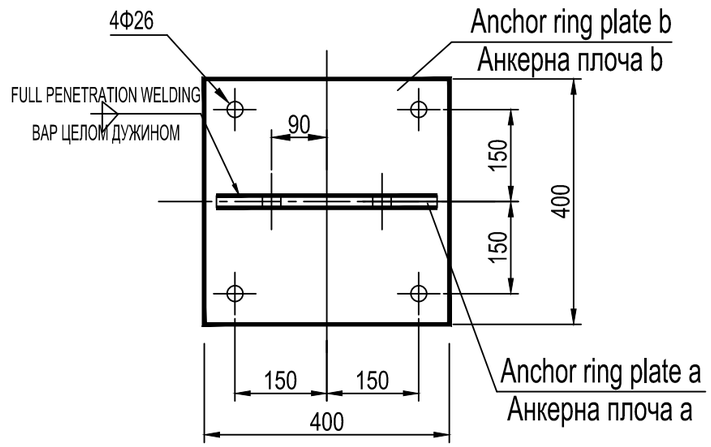
Петља сидра са анкерном плочом
Anchor Foundation and Loop

NO. NO.	ITEM СТАВКА	SPECIFICATION СПЕЦИФИКАЦИЈА	UNIT ЈЕДИНИЦА	Q'TY КОЛИЧИНА	WEIGHT ТЕЖИНА (KG) SINGLE ПОЈЕДИНАЧНО	ALL СВЕ
1	Anchor ring plate a Анкерна плоча a	-25x120×360	SET	1	8.48	8.5
2	Anchor ring plate b Анкерна плоча b	-30x400×400	SET	1	37.68	37.7
			TOTAL	УКУПНО	46.2	





Notes:
1. The dimensions of this drawing are in millimeters unless special statements.



Напомене:
1. Димензије на овом цртежу су у милиметрима, осим ако нема посебних назнака.

Број/Number	Датум / Date	Опис / Description
02		
01		

Ревизиони блок: / Revision block:

China Railway Design Corporation Serbia Ogranak Beograd
Косте Рацина 16б; 11000 Београд; Србија

Инвеститор пројекта: / Investor:
" ИНФРАСТРУКТУРА ЖЕЛЕЗНИЦЕ СРБИЈЕ " А.Д.
/ " INFRASTRUCTURE RAILWAYS OF SERBIA " JSC
Немањина 6/IV, Београд / Nemanjina Street 6/IV, Belgrade

Наручилац пројекта: / Employer: China Railway International Corporation Ltd.
No.10 Fuxing Road,Haidian District,Beijing P.R China, 100844

China Communication Construction Company Ltd. (CCCC)
No.85 Deshengmenwai Street,Xicheng District,Beijing P.R China, 100088
Web site: www.ccccltd.cn

Објекат: /Structure:
ПРУГА БЕОГРАД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)
ДЕОНИЦА ПРУГЕ НОВИ САД - СУБОТИЦА - ДРЖАВНА ГРАНИЦА (КЕЛЕБИЈА)

BELGRADE - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA) RAILWAY LINE
SECTION : NOVI SAD - SUBOTICA - STATE BORDER (KELEBIA)

Организациона јединица: ГРАЂЕВИНАРСТВО И САОБРАЋАЈ
/Organization unit: DEPARTMENT OF CIVIL AND TRANSPORTATION

Одговорни пројектант:
Responsible designer:
Милан Муждало, дипл.инж.ел.
лиценца број: / license No.: 351G09508

Главни пројектант:/ Chief designer:
др Љиљана Милић Марковић, дипл.грађ.инж.

Унутрашња контрола:/ Internal control: **Zhang Deyu,M.Sc.E.E**
Сарадници:/ Associates:

Руководилац организационе јединице:
Manager of organization unit:
Драгиша Поповић, дипл.инж.ел.

Део пројекта: / Part of Design:
4/1.1.0 КОНТАКТНА МРЕЖА - ОПШТА РЕШЕЊА
4/1.1.0 Overhead contact system-general arrangements

Цртеж:/ Drawing:
Петља сидра са анкерном плочом
OCS anchor baseboard and loop

Размера: Scale: -

Врста тех. док.: Type of tech. docum.	датум:/date:	Цртеж бр./Drawing No.:
ПГД / DCP	**04.2021.**	**2020-001-ELE-4/1.1.0-A5.2**